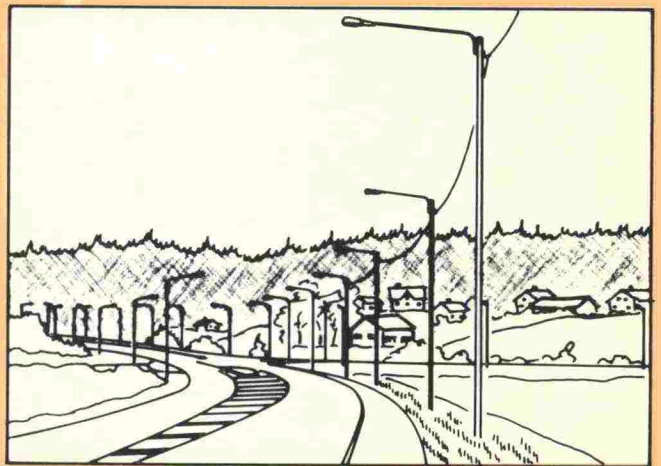
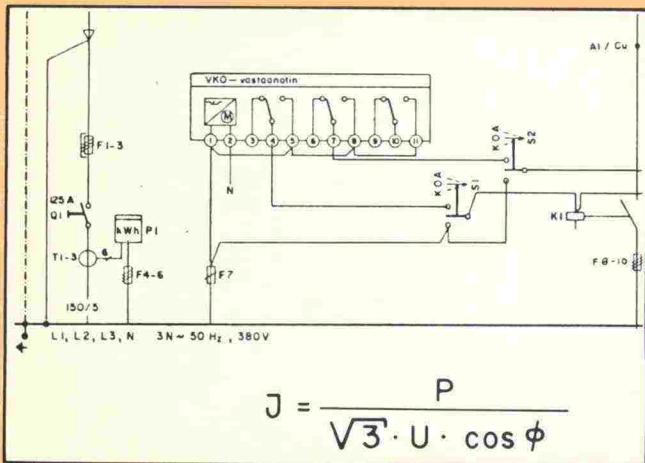
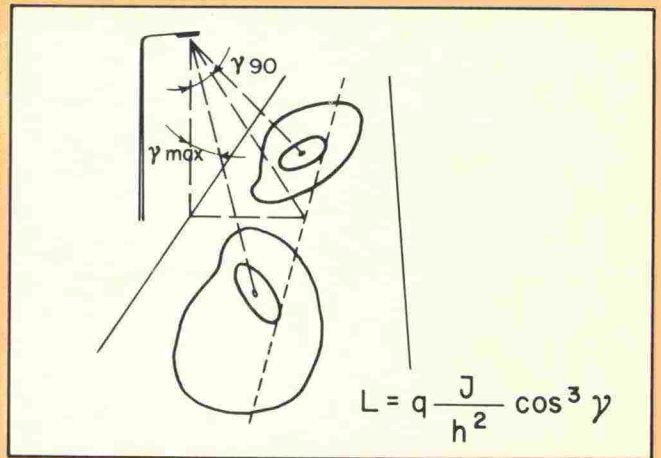
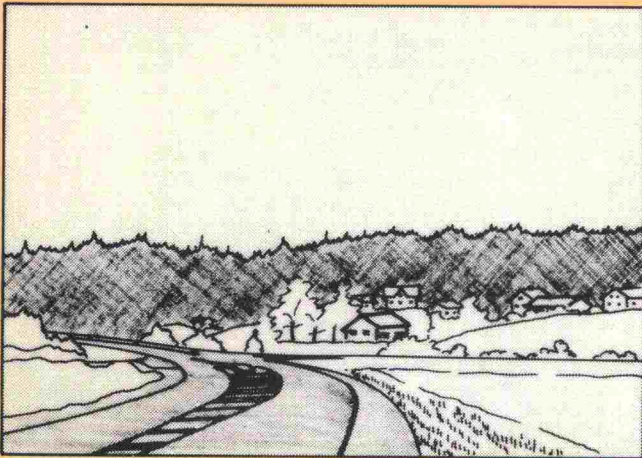


# TIEVALAISTUS

- SUUNNITTELU
- RAKENTAMINEN
- KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

TVH 722325

JOULUKUU 1983

Helsinki 11.7.1984

Nro Sts- 103

Viite

Tie- ja vesirakennuspiirit

Asia Tievalaistusohjeet

Käsiteltyään asian johtoryhmässään tie- ja vesirakennus-  
hallitus lähettää noudatettavaksi seuraavat asiakirjat:

- Yleisten teiden valaistuspolitiikka
- Tievalaistus - suunnittelu, rakentaminen, käyttö  
ja kunnossapito. TVH 722325

Samalla kumotaan liikennevalaistuksen suunnittelua koskevat  
ohjeet 10.12.1968 ja kaikki valaistuksen ajoittaista vähen-  
tämistä tai sammuttamista koskevat kirjeet.

Tievalaistusohjeet on julkaistu irtolehtipainoksena, joka  
toimitetaan tilaajille normaalin ohjejakelun yhteydessä  
ja sijoitetaan "Teiden suunnittelu"-kansioihin. Ohjetta on  
saatavana myös erillisjulkaisuna (julkaisunumero TVH 722325).

Lisäkappaleita voi tilata kirjallisesti TVH:n lomakevaras-  
tosta, osoite PL 33, 00521 Helsinki 52.

Pääjohtaja

*Jouko Loikkanen*  
Jouko Loikkanen

Osastopäällikkö

*E.A. Hietanen*  
E.A. Hietanen

## LIITTEITÄ

## TIEDOKSI:

Saimaan kanavan kanavakonttori  
8 Osastot

Stie

Rt

Rm

Kp

Kk

Kl

Kh



Sts: insinöörit ja rakennusmestarit  
Konsultit erillisen luettelon mukaan  
Finlands-svenska Kommunförbund  
Suomen Kaupunkiliitto  
Suomen Kunnallisliitto  
Liikenneturva  
Suomen Sähkölaitosyhdistys ry  
Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry  
Suomen Valoteknillinen Seura ry  
Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto ry  
Teknillinen korkeakoulu, R-osasto  
Kirjasto/TOHKE C.2.2.5.1  
C.3.2.1  
C.4.2.2.2

PVH/THJ

*Räsänen*

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

YLEISTEN TEIDEN VALAISTUSPOLITIikka

12.12.1983

## YLEISTEN TEIDEN VALAISTUSPOLITIikka

Tienpidon suuntaviivat ja keskeiset toimenpiteet on esitetty kahdessa asiakirjassa:

- Tieverkon hoito, ylläpito ja kehittäminen 1980-1990 (TVH 712296) ja
- Tienpidon suuntaviivat 1980-luvulla (TVH 713220).

Näiden lisäksi yleisten teiden valaistuspolitiikka määrittelee tien valaisemisessa noudatettavat yleiset periaatteet, joita käytetään edelleen piirin tiepolitiikan ja toimintalinjojen kehittämisessä.

## 1. VALAISTUSTILANNE

Vuodesta 1976 lähtien valaistujen yleisten teiden määrä on lisääntynyt keskimäärin 240 km/a, josta 58 % yhdysteillä, 24 % valta- ja kanta-teillä sekä 18 % seudullisilla ja kokoojateillä.

Vuoden 1983 alussa valaistuja yleisiä teitä oli 5775 km, jakaantuen eri tie- ja liikennemääräluokkiin seuraavan taulukon mukaisesti.

Tieluokka	Osuus (%)	KVL (ajon/d)
Valtatiet	15,2	3000-6000
Kantatiet	5,5	1500-3000
Seudulliset tiet	12,6	1500-3000
Kokoojatiet	21,4	500-1000
Yhdystiet	45,3	500-1000

Alemmissa tieluokissa kuntien kustannuksellaan rakentama osuus on merkittävä.

## 2. YLEISET LÄHTÖKOHDAT

Tievalaistuksen kannattavuus ja toteuttaminen perustuu pääasiassa pimeän ajan onnettomuuksien vähenemiseen ja tätä kautta saataviin säästöihin. Muita perusteita ovat isot liikennemäärät, liikenneympäristön vaikeusaste ja yleinen turvallisuus.



Vaikutusten aikaansaaminen edellyttää puolestaan riittävää valaistustasoa, joka tekee näkemisen mahdolliseksi.

Tarvittava valaistustaso pitää tuottaa kriittisesti valikoiduilla laitteilla siten, että asennuksen vuosikustannukset ovat mahdollisimman pienet.

Valaistuslaitteet ovat tielain 3 §:n mukaisesti tien osa. Tämä ei kuitenkaan edellytä tievalaistuksen asentamista.

### 3. VALAISTAVAT KOHTEET

Tievalaistuksen tarpeen arviointi on esitetty TVH:n ohjeessa "Tievalaistus" (TVH 722325).

Hankkeet laitetaan yleensä liikennetaloudellisin perustein ja toiminnallisia luokkia noudattaen seuraavaan tärkeysjärjestykseen ottaen huomioon vuosittain käytettävissä olevat resurssit, alueellinen palvelutaso suhteessa liikennetarpeeseen ja tieluokkien yhdenmukaisuus koko maassa:

1. Yleiset tiet taajamien ulkopuolella
  - onnettomuuksien perusteella valaistavat kohteet
  - liikennemäärien perusteella valaistavat kohteet
  - sijainnin tai erikoisperustein valaistavat kohteet
2. Yleiset tiet taajamissa

### 4. KUSTANNUSVASTUU

Valtio voi rakentaa yleisten teiden valaistuksen kustannuksellaan kuntien osallistuessa paikallisteiden kustannuksiin tielain mukaisesti.

Valtion kustannuksella rakennettavan ja valtion omistaman tievalaistuksen käyttö- ja kunnossapitokustannusten jakamisesta valtion ja kunnan kesken on sovittu tie- ja vesirakennushallituksen sekä kuntien keskusjärjestöjen kesken (TVH 722500).

Käytön ja kunnossapidon sisältö on määritelty tievalaistusohjeissa (TVH 722325).

Kaikki käyttö- ja kunnossapitokustannukset voidaan maksaa valtion toimesta yleisillä teillä olevilla avattavilla silloilla sekä lossi- ja lauttalaitureilla; paikallisteillä on kunnan lakimääräinen osuus perittävä.

Kunnan omistaman valaistuksen käyttö- ja kunnossapitokustannuksiin ei voida osallistua valtion varoilla missään olosuhteissa.

## 5. KUNTIEN RAKENTAMAT JA OMISTAMAT VALAISTUKSET

Valaistuksen rakentamiseen yleiselle tielle muun kuin tienpitäjän toimesta tarvitaan tielain 53 §:n mukainen lupa.

Piiri voi ehdottaa kunnan omistaman vanhentuneen tievalaistuksen parantamista tämän kustannuksella.

Yleensä tällaisissa tapauksissa luminanssi nousee mutta käyttökustannukset pienenevät.

Yleisen tien tekemisestä aiheutuvat valaistuslaitteiden siirtokustannukset maksaa valtio kuitenkin niin, että paikallisteillä peritään kunnan lakimääräinen osuus.

Kunnan omistama valaistus voidaan ottaa valtion omistukseen korvauksetta valtion toimesta tapahtuvan valaistuksen jatkamisen yhteydessä joko sellaisenaan tai parannettuna edellyttäen, että on olemassa muutenkin perusteet valaistuksen rakentamiseen valtion kustannuksella.

## 6. TIEVALAISTUKSEN AJOITTAINEN VÄHENTÄMINEN

Valaistuksen vähentämistä koskevat ohjeet sisältyvät julkaisuun "Tievalaistus" (TVH 722325). Toimenpiteisiin ei saa ryhtyä harmitsematta. Valaistuksen vähentämisellä tai sammuttamisella saavutettava säästö ja sen merkitys vaihtelee vertailukohteen mukaan. Energiakustannuksissa saavutettava säästö voidaan menettää ohjauslaitteiden asennuskustannuksissa tai onnettomuuskustannuksina varsin pienellä onnettomuusmäärän lisäyksellä.

Epätaloudellisten ja vanhentuneiden asennusten saneeraus on aina kannattava toimenpide. Uusissa hankkeissa pitää pyrkiä mahdollisimman pieneen tehontarpeeseen pituusyksikköä kohti.

## 7. TIEVALAISTUKSEN TOIMINNAN SEURANTA

Piirin valaistusasiantuntijan tulee tarkkailla laitteiden kuntoa ja valaistustasoa silmämääräisesti sekä erilaisten mittausten avulla.

## 8. TUTKIMUS, KEHITTÄMINEN JA KOULUTUS

Tutkimus- ja kehittämistoiminnassa laitos on yhteistyössä muiden alalla työskentelevien yhteisöjen kanssa esim. Suomen Valoteknillinen Seura r.y. Tutkimustyöt teetetään yhteistoiminnassa laite- ja materiaalivalmistajien kanssa pääasiassa valtion teknillisellä tutkimuskeskuksella sekä soveltuvin osin muilla yhteisöillä ja korkeakouluilla.

Laitos osallistuu asiantuntijana laitevalmistajien kehitystyöhön.

Lähitulevaisuuden kehittämisasihteja ovat:

- tietotekniikkaan perustuvat suunnittelumenetelmät ja asiakirjat
- päällysteen ja ajoratamaalausten heijastusominaisuudet
- valaistusluokan ja onnettomuuksien välisen riippuvuuden vaikutus valaistuksen tarpeellisuuden arviointiin ja kannattavuuteen
- myötäävät pylväät
- ohjausmenetelmät

Toiminnan turvaamiseksi kiinnitetään erityistä huomiota ammattikoulutukseen ja uusien menetelmien käyttöönottoon.



# **TIEVALAISTUS**

- **SUUNNITTELU**
- **RAKENTAMINEN**
- **KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO**

ISBN 951-46-5680-6

## Johdanto

Tie- ja vesirakennushallitus on hyväksynyt 12.12.1983 tievalaistuksen suunnittelua, rakentamista sekä käyttöä ja kunnossapitoa koskevat ohjeet. Ne liittyvät osana TVL:n "Teiden suunnittelu" -ohjeiston kohtaan V "Tiehen kuuluvat laitteet".

Ohjeet koskevat yleisiä teitä. Ne on tarkoitettu myös niille yleisille teille, jotka ovat taajamien liikenneverkon osia; tällöin lähtökohtana on katujen toiminnallinen luokitus ja liikenneympäristö. Ohjeet ovat soveltuvin osin käytettävissä myös muualla taajama- ja kaupunkialueilla, vaikka katuvalaistus ei kuulukaan näiden ohjeiden piiriin.

Valaistustarpeen arvioinnissa käytettävä vaikutusmalli perustuu kansainvälisen valaistuskomission (CIE) tekemään laajaan selvitykseen sekä uusimpiin kotimaisiin tutkimuksiin ja kokemuksiin.

Valaistusteknilliset vaatimukset perustuvat CIE:n

suosituksiin, joista ne on Pohjoismaiden Tieteellisen Liiton (PTL) kautta edelleen sovellettu yhteis-pohjoismaiselle tasolle.

Vaikka valaistusperiaatteet sinänsä ovat pysyviä, valaistulaitteet kehittyvät ja uudistuvat jatkuvasti. Suunnittelussa ja toteuttamisessa onkin otettava huomioon kehitys ja erityisesti valaistuksen vuosikustannuksia alentavat uudistukset.

Ohjeet on laadittu TVH:n tiensuunnittelutoimiston ja konetoimiston yhteistyönä. Asianosaiset osastot, toimistot ja piirien toimialat ovat antaneet lausuntonsa. Ulkovalaistuksen yhteistyöryhmä (UV7) on tehnyt merkittävän kehitystyön ohjeiden valmistelussa.

Tievalaistus edellyttää TVL:n ja kuntien välistä yhteistyötä, seurantaa sekä tutkimus- ja kehittämistyötä.



1.0 LÄHTÖKOHDAT .....	V 1.0-1
1.1 TIEVALAISTUKSEN TARVE .....	V 1.1-1
1.10 Yleistä .....	V 1.1-1
1.11 Ilman lisäselvityksiä perustellut valaistuskohteet .....	V 1.1-1
1.111 Sijainnin perusteella valaistavat kohteet .....	V 1.1-1
1.112 Liikennemäärän perusteella valaistavat kohteet .....	V 1.1-1
1.113 Onnettomuuksien perusteella valaistavat kohteet .....	V 1.1-2
1.114 Muilla perusteilla valaistavat kohteet .....	V 1.1-2
1.12 Tievalaistuksen tarpeellisuuden arviointimenetelmä .....	V 1.1-3
1.121 Valaistuksen perustelut .....	V 1.1-3
1.122 Liikennetaloudellinen vertailutekijä .....	V 1.1-3
1.123 Valaistushankkeiden tärkeysjärjestys .....	V 1.1-3
1.13 Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen .....	V 1.1-3
1.131 Yleiset tiet taajamien ulkopuolella .....	V 1.1-4
1.132 Yleiset tiet taajamissa .....	V 1.1-4
1.2 VALAISTUSTEKNILLISET VAATIMUKSET .....	V 1.2-1
1.20 Yleistä .....	V 1.2-1
1.21 Valaistusluokat ja valaistusteknilliset suureet .....	V 1.2-1
1.211 Valaistusluokat .....	V 1.2-1
1.212 Luminanssi .....	V 1.2-1
1.213 Häikäisy .....	V 1.2-2
1.214 Valaistusvoimakkuus .....	V 1.2-2
1.22 Valaistusluokan valinta .....	V 1.2-2
1.23 Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen .....	V 1.2-3
1.3 VALAISTUSLAITTEET .....	V 1.3-1
1.30 Yleistä .....	V 1.3-1
1.31 Lamput .....	V 1.3-1
1.311 Lampputyypit .....	V 1.3-1
1.312 Lampputyypin valinta .....	V 1.3-1
1.32 Valaisimet .....	V 1.3-2
1.321 Valonjako-ominaisuudet .....	V 1.3-2
1.322 Valonjakoluokat .....	V 1.3-3
1.323 Valaisintyypit ja niiden valinta .....	V 1.3-5
1.33 Ajouradan päällyste .....	V 1.3-6
1.311 Päällysteen heijastusominaisuudet .....	V 1.3-6
1.332 Päällystelukat .....	V 1.3-7
1.333 Ajouratamerkinnot .....	V 1.3-7
1.34 Pylväät ja perustukset .....	V 1.3-7
1.341 Pylväät .....	V 1.3-7
1.342 Perustukset .....	V 1.3-9
1.343 Pylväiden ja perustusten sovittaminen .....	V 1.3-10
1.35 Sähkölaitteet .....	V 1.3-10
1.351 Peruskäsitteet .....	V 1.3-11
1.352 Johtoverkko .....	V 1.3-12
1.353 Maadoitus .....	V 1.3-13
1.354 Kojeistot ja laitteet .....	V 1.3-13
1.4 VALAISTUSPERIAATTEET .....	V 1.4-1
1.40 Yleistä .....	V 1.4-1
1.41 Valaistustyytit .....	V 1.4-1
1.411 Valaisimien sijainti .....	V 1.4-1
1.412 Pylväiden sijainti .....	V 1.4-2
1.42 Optinen ohjaus ja ulkonäkö .....	V 1.4-5
1.43 Tiet .....	V 1.4-5
1.431 Yksiajorataiset tiet .....	V 1.4-6
1.432 Kaksiajorataiset tiet .....	V 1.4-6
1.433 Kevyen liikenteen tiet .....	V 1.4-6
1.434 Vähäliikenteiset tiet .....	V 1.4-6

1.44	Liittymät ja muut alueet	V 1.4-14
1.441	Tasoliittymät	V 1.4-14
1.442	Eritasoliittymät	V 1.4-14
1.443	Vähäliikenteiset liittymät	V 1.4-25
1.444	Pysäköimis-, levähdys- ja palvelualueet	V 1.4-25
1.445	Suojatiet	V 1.4-25
1.446	Laiturit ja satama-alueet	V 1.4-25
1.447	Linja-autopysäkit	V 1.4-25
1.448	Tasoristeykset	V 1.4-25
1.45	Sillat	V 1.4-25
1.46	Tunnelit	V 1.4-26
1.461	Suunnittelun lähtökohdat	V 1.4-26
1.462	Valaistusteknillinen mitoitus	V 1.4-27
1.463	Valaistuslaitteet	V 1.4-30
1.464	Sähkölaitteet	V 1.4-30
1.465	Lyhyet tunnelit	V 1.4-31
1.47	Liikennemerkkit	V 1.4-31
1.48	Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen	V 1.4-32
1.49	Taajamatiet	V 1.4-32
1.5	SUUNNITTELUMENETELMÄT	V 1.5-1
1.50	Yleistä	V 1.5-1
1.51	Valaistusteknillinen mitoitus	V 1.5-1
1.511	Likimääräiset analyyttiset ja graafiset menetelmät	V 1.5-1
1.512	Tietokonemenetelmä	V 1.5-1
1.52	Sähköverkon mitoitus	V 1.5-2
1.521	Verkon suunnittelu	V 1.5-2
1.522	Mitoituksen perusteet	V 1.5-3
1.53	Kustannuslaskenta	V 1.5-6
1.531	Rakennuskustannukset	V 1.5-6
1.532	Käyttö- ja kunnossapitokustannukset	V 1.5-6
1.533	Vuosikustannukset	V 1.5-7
1.6	VALAISTUSSUUNNITELMAT	V 1.6-1
1.60	Yleistä	V 1.6-1
1.61	Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma	V 1.6-1
1.611	Tarkoitus	V 1.6-1
1.612	Laatiminen	V 1.6-1
1.613	Sisältö	V 1.6-1
1.62	Valaistuksen rakennussuunnitelma	V 1.6-2
1.621	Tarkoitus	V 1.6-2
1.622	Laatiminen	V 1.6-2
1.623	Sisältö	V 1.6-4
1.624	Asiakirjojen numerointi ja kansiointi	V 1.6-5
1.625	Esitystavat ja piirustusmerkinnät	V 1.6-6
1.7	TIEVALAISTUKSEN RAKENTAMINEN	V 1.7-1
1.70	Yleistä	V 1.7-1
1.71	Työmuodot	V 1.7-1
1.72	Työsuunnitelma	V 1.7-1
1.73	Rakentamisen suoritus	V 1.7-2
1.731	Hankinnat	V 1.7-2
1.732	Maarakennustyöt	V 1.7-2
1.733	Asennustyöt	V 1.7-3
1.734	Laadunvalvonta	V 1.7-3
1.735	Katselmukset ja tarkastukset	V 1.7-4
1.8	TIEVALAISTUKSEN KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO	V 1.8-1
1.80	Yleistä	V 1.8-1
1.81	Kunnossapitovastuu	V 1.8-1
1.82	Tievalaistuksen sytytys- ja sammutusajankohdat	V 1.8-1
1.83	Seurannan ja kunnossapidon kohteet	V 1.8-2



1.831 Luminanssi .....	V 1.8-2
1.832 Ajoradan päällyste .....	V 1.8-2
1.833 Valovirran alenema .....	V 1.8-2
1.834 Valaisimien likaantuminen ja vanheneminen .....	V 1.8-2
1.835 Lämpötilan vaihtelut .....	V 1.8-2
1.836 Värähtely .....	V 1.8-2
1.837 Liitäntälaitteiden vanheneminen .....	V 1.8-2
1.838 Jännitteen vaihtelut .....	V 1.8-4
1.84 Kunnossapitotoimenpiteet .....	V 1.8-4
1.841 Lamppujen vaihto ja valaisimien puhdistus .....	V 1.8-4
1.842 Muiden rakenteiden ja sähkönjakolaitteiden kunnossapito .....	V 1.8-5
1.843 Pintakäsittelyn hoito .....	V 1.8-5
1.844 Mastovalaisituksen kunnossapito .....	V 1.8-5
1.85 Tunnelivalaisituksen kunnossapito .....	V 1.8-5
1.86 Kunnossapitokalusto .....	V 1.8-5
1.87 Liikenteen järjestely .....	V 1.8-6

#### LIITTEET KOHDASSA 1.6

##### TIE- JA KATUVALAISTUKSEN YLEISSUUNNITELMA

1. Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma, kartta 1:20 000
2. Hankeluettelo

##### VALAISTUKSEN RAKENNUSSUUNNITELMA

3. Yleiskartta 1:10 000
4. Suunnitelmakartta 1:2000
5. Rakenteellinen tyyppipoikkileikkaus 1:100
6. Valaisinpylväs- ja jalustaluettelo
7. Suojaputkiluettelo
8. Ryhmitystaulukko
9. Kuormitustaulukko
10. Liikennemerkkiluettelo
11. Sillan valaistuspiirustus
- 12 ja 13. Pääkaaviot
14. Piirustusmerkintöjen tyyppipiirustus



# 1. Tievalaistus

## 1.0 Lähtökohdat

### TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tievalaistuksella tarkoitetaan näissä ohjeissa tielle pysyviksi rakennetuilla laitteilla järjestettyä valaistusta, jolla pyritään parantamaan liikenneturvallisuutta, liikenteen palvelutasoa, ajomukavuutta, yleistä turvallisuutta ja ympäristöolosuhteita.

Ohjeiden tavoitteena on:

- selvittää, milloin, missä ja minkälainen tievalaistus tarvitaan,
- selvittää suunnitteluperusteet ja -menetelmät, suunnitelmien laatiminen, sisältö ja käsittely,
- esitellä laitteet ja rakenteet,
- kuvata rakentamis- ja kunnossapitotoimenpiteet,
- avustaa TVL:n sekä urakoitsijoitten ja laitetoimittajien välistä kanssakäymistä,
- yksinkertaistaa ja tehostaa toimintaa sekä
- käytännön yhtenäistäminen.

### TIEVALAISTUKSEN VAIKUTUKSET

Pimeällä tiellä ajettaessa heikentyneet näkemisedellytykset ovat osaltaan syynä siihen, että onnettomuusriski kasvaa 1,5...2,5-kertaiseksi verrattuna valoisaan aikaan. Tievalaistuksen toteuttaminen perustuu pimeän ajan onnettomuuksien vähenemiseen.

Yleisillä teillä pimeän ajan (pimeä ja osa hämärän ajasta) liikenne on 25...30 % KVL:stä ja onnettomuudet keskimäärin 30 % kaikista onnettomuuksista. Tieliikenteen eräät onnettomuuslajit ovat selvästi yleisempiä pimeänä aikana kuin päivällä. Tavallisimpia pimeän ajan yksittäisonnettomuuksia ovat:

- jalankulkijaonnettomuus,
- törmäys pysähtyneeseen tai pysäköityyn ajoneuvoon,
- törmäys kiinteään esteeseen ajoradalla tai sen ulkopuolella ja
- eläinonnettomuus.

Kaikista onnettomuuksista yleisillä teillä n. 2,7 % johtaa kuolemaan, n. 33 % henkilövahinkoihin (1982). Kevyt liikenne on pimeällä erittäin onnettomuusaltis liikenneryhmä ja sen onnettomuuksien vakavuusaste on korkea; 20...30 % kaikista kevyen liikenteen pimeän ajan onnettomuuksista johtaa kuolemaan.

Kotimaisten ja kansainvälisten tutkimusten mukaan tievalaistus vähentää yleisillä teillä pimeän ajan onnettomuuksia keskimäärin 30 %:lla, eri onnettomuuslajien vähenemän ollessa:

- |   |         |
|---|---------|
| — Kuolemaan johtaneet onnettomuudet           | n. 40 % |
| — Henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet  | n. 35 % |
| — Omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet | n. 25 % |

Tievalaistus parantaa liikenneturvallisuutta myös tieosuuksilla, joilla olosuhteet ovat poikkeukselliset (suuri liittymätiheys, sumuiset tienkohdat, monimutkaiset liikennejärjestelyt jne.), tasoittaa ja hieman lisää ajoneuvojen nopeuksia, parantaa ajoneuvoliikenteen palvelutasoa, sujuvuutta, ajomukavuutta ja optista ohjausta, vähentää ajoneuvojen häikäisyä sekä lisää tieympäristön yleistä turvallisuutta.

Tievalaistuksen kannattavuutta voidaan tarkastella ajokustannussäästöjen avulla. Näistä 40...60 % on onnettomuus-, 30...40 % aika- ja 10...30 % ajoneuvokustannussäästöjä.

Aikakustannussäästöjä syntyy liikenteen nopeuden palautumisesta lähes päivätilanteen mukaisesti, jolloin matka-aika lyhenee. Nopeuden muutos on valaistun tieosan pituudesta, liikennemäärästä, tien luokasta, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja nopeusrajoituksista riippuen 1...5 km/h.

Ajoneuvokustannussäästöt perustuvat pääasiallisesti tievalaistuksen aiheuttamaan tasaisempaan ajonopeuteen, joka puolestaan vähentää polttoaineen kulutusta 0,4...0,7 litraa/100 km pimeän ajan liikenteen määrästä ja nopeudesta riippuen.

## 1.1 Tievalaistuksen tarve

### 1.10 Yleistä

Tievalaistuskohdeet ovat perusteiltaan kahdenlaisia:

- Kohteet, joiden perusteet ovat ilman lisäselvityksiä riittävät.
- Mahdollisesti valaistavat kohteet, joiden perusteet on tarkastettava erikseen tarpeellisuuden arviointimenetelmän avulla.

Tievalaistuksen tarpeellisuus arvioidaan tarkistamalla ensin hankkeen perusteiden riittävyys ilman lisäselvityksiä. Jos hanke ei ole suoraan perusteltavissa kohdan 1.11 mukaan, arvioidaan tarpeellisuus kohdassa 1.12 esitetyllä menetelmällä. Valaistustarve määritellään menetelmän tuottaman perusteluvun ja liikennetaloudellisen tarkastelun avulla.

### 1.11 Ilman lisäselvityksiä perustellut valaistuskohdeet

Tievalaistus voi olla perusteltua ilman lisäselvityksiä:

- sijainnin perusteella,
- liikennemäärien perusteella tai
- liikenneonnettomuuksien perusteella.

#### 1.111 SIJAINNIN PERUSTEELLA VALAISTAVAT KOHTEET

##### 1. Yleiset tiet taajamissa

Yleiset tiet ja kadut taajamissa; pääasiassa asema- ja rakennuskaava-alueilla. Kaavoittamattomilla alueilla tiet voidaan valaista silloin, kun taajaman asukasluku on > 500 ja asuinrakennusten keskimääräinen etäisyys on < 200 m.

##### 2. Avattavat sillat ja niihin liittyvät tieosat.

##### 3. Lossi- ja lauttalaiturit sekä niihin liittyvät tieosat.

##### 4. Tunnelit ja niihin verrattavat alikulkusillat myös päivällä.

##### 5. Moottori- ja moottoriliikennetiet, jos eritasoliittymien nokkaväli on ≤ 2000 m tai osuus kahden valaistun tieosan välillä on ≤ 1500 m.

##### 6. Alle 500 m pituiset kaksikaistaisen tien osat valaistujen tieosien tai valaistujen liittymien välillä.

##### 7. Valaistun moottori- ja moottoriliikennetien eritasoliittymän alueella rampit ja risteävä tie sekä suuret levähdys- ja palvelualueet. Valaismattomalla moottoritiellä valaistaan ainoastaan eritasoliittymän rampit ja sivutie rampien päiden välillä; moottoriliikennetiellä myös päätie äärimmäisten nokkapisteiden välillä.

#### 1.112 LIIKENNEMÄÄRIEN PERUSTEELLA VALAISTAVAT KOHTEET

Lähtökohtana tievalaistuksen perustelemiselle liikennemäärillä on kunkin toiminnallisen luokan keskimääräinen onnettomuusaste. Pitkillä valaistusosuuksilla voidaan ottaa huomioon myös ajo-neuvo- ja aikakustannussäästöt.

Tievalaistuksen liikennetaloudellinen kannattavuus selvitetään vertaamalla keskimääräisiä vuosikustannussäästöjä ja vuosikustannuksia tarkasteluajanjakson t puolivälissä (t on valaistuksen käyttöikä, yleensä 20 vuotta), kaava (1).

$$365 \cdot b \cdot KVL \cdot (Ank_S + Aik_S + Onk_S) = HK \cdot K_V, \quad (1)$$

jossa b on liikenteen kasvukerroin,  
 KVL keskivuorokausiliikenne (ajon./d),  
 Ank<sub>S</sub> ajoneuvokustannussäästöt (mk/ajon.km), kaava (2),  
 Aik<sub>S</sub> aikakustannussäästöt (mk/ajon.km), kaava (3),  
 Onk<sub>S</sub> onnettomuuskustannussäästöt (mk/ajon.km), kaava (4),  
 HK hyötykustannussuhde (1...2) ja  
 K<sub>V</sub> valaistuksen vuosikustannukset (mk/km·a) kohdan 1.53 mukaisesti.

$$Ank_S = p \cdot Pas \cdot Pak \cdot \left(1 + \frac{r_1}{100}\right)^{t/2}, \quad (2)$$

jossa p on pimeän ajan liikenteen osuus,  
 Pas polttoainesäästö (l/km),  
 Pak polttoaineen hinta (mk/l) ja  
 r<sub>1</sub> polttoaineen hinnan vuotuinen kasvu (%).

$$Aik_S = p \cdot Aik \cdot \left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2}\right) \left(1 + \frac{r_2}{100}\right)^{t/2}, \quad (3)$$

jossa p on pimeän ajan liikenteen osuus,  
 Aik liikenteen ajan arvo (mk/h),  
 r<sub>2</sub> liikenteen ajan arvon vuotuinen kasvu (%),  
 v<sub>1</sub> nopeus pimeänä aikana ennen tievalaistusta,  
 v<sub>2</sub> nopeus pimeänä aikana valaistuksen rakentamisen jälkeen ja  
 $\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2}$  aikasäästö (h/ajon.km).

$$Onk_S = p \cdot d \cdot g \cdot Onk \cdot \left(1 + \frac{r_3}{100}\right)^{t/2} \cdot 10^{-8}, \quad (4)$$

jossa p on pimeän ajan liikenteen osuus,  
 d onnettomuuksien vähenemä tievalaistuksen ansiosta,  
 g tieosan onnettomuusaste (onn./10<sup>8</sup> ajon.km),



Onk	keskimääräinen onnettomuus-	HK	hyötykustannussuhde, 1...2 ja
	kustannus (mk) ja	K <sub>v</sub>	tievalaistuksen vuosikustannus
r <sub>3</sub>	keskimääräisen onnettomuuskus-		(mk/km·a) kohdan 1.53 mukaises-
	tannusten kasvu (%).		ti.

Valaistushanke on kannattava, kun hyötykustannussuhde  $HK=1$  ja se tulisi toteuttaa viimeistään silloin, kun suhde lähestyy arvoa 2. Taulukossa 1 on toiminnallisten luokkien mukaan jaoteltuna eri hyötykustannussuhteita vastaavat liikennemäärät. Liikennemääräperusteiden arvot riippuvat lähtötietojen tarkkuudesta, ennustekertoimista, onnettomuustiedoista ja yksikköhinoista. Näiden muuttuessa liikennemäärät tulee tarkistaa kaavojen (1)–(4) avulla. Lopputulosta arvioitaessa on otettava huomioon, että ajoneuvo- ja aikakustannussäästöjen osuus on noin kolmasosa ajokustannussäästöistä.

1.113 ONNETTOMUUKSIEN PERUSTEELLA VALAISTAVAT KOHTEET

Tievalaistuksen kannattavuus onnettomuustiheyden vähenemisen perusteella lasketaan kaavalla (5). Onnettomuuskustannussäästöt määritellään tarkastelemalla erikseen henkilö- ja omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia laskemalla keskimääräinen vuotuissäästö tarkasteluaajanjakson puolivälissä sekä vertaamalla tätä valaistuksen aiheuttamiin kustannuksiin.

$$\left(1 + \frac{r}{100}\right)^{t/2} \cdot (d_{hv} \cdot e_{hv} \cdot Onk_{hv} + d_{ov} \cdot e_{ov} \cdot Onk_{ov}) \cdot OT_{pi} = HK \cdot K_v,$$

(5)

- jossa r on onnettomuuskustannusten vuotuisen kasvu,
- t tarkasteluaajanjakso, yleensä 20 a,
- d<sub>hv</sub>, d<sub>ov</sub> henkilö- ja omaisuusvahinko-onnettomuuksien vähenemä,
- e<sub>hv</sub>, e<sub>ov</sub> henkilö- ja omaisuusvahinko-onnettomuuksien osuus pimeän ajan onnettomuuksista,
- Onk<sub>hv</sub>, henkilö- ja omaisuusvahinko-onnettomuuksien keskimääräiset hinnat (mk),
- Onk<sub>ov</sub>
- OT<sub>pi</sub> pimeän ajan onnettomuustiheys (onn/km·a),

Valaistushanke on kannattava, kun hyötykustannussuhde  $HK=1$  ja se tulisi toteuttaa viimeistään silloin, kun suhde lähenee arvoa 2. Taulukossa 2 on toiminnallisten luokkien mukaan jaoteltuna eri hyötykustannussuhteita vastaavat onnettomuustiheydet. Onnettomuustiheysperusteiden arvot tulee tarkistaa turvallisuusvaikutusten sekä käyttö- ja kunnossapitokustannusten muutuksessa. Onnettomuustarkastelussa käytettävien tietojen on oltava vähintään kolmen vuoden ajalta.

Toiminnallinen luokka	Onnettomuustiheys onn/km·a	
	HK = 1	HK = 1,7...2,0
Moottoritie	1,4	2,5
Moottoriliikennetie	1,2	2,0
Valta- ja kantatie	0,5	1,0
Seudullinen tie	0,5	1,0
Tasoliittymät	≥ 3 onn/a	

Taulukko 2.  
Pimeän ajan onnettomuustiheydet.

1.114 MUILLA PERUSTEILLA VALAISTAVAT KOHTEET

1. Yksiajorataiset tiet, jos kevyen liikenteen määrä ajoradalla edellyttäisi erillistä kevyen liikenteen väylää (vrt III-5.21) eikä sitä voida toteuttaa 5 vuoden aikana.
2. Pääsuunnassa kanavoidut ja liikennevaloilla ohjatut tasoliittymät.
3. Päätien yhteydessä olevat kevyen liikenteen väylät valaistaan erikseen, jos väylän ulkoreunan etäisyys päätien lähimmästä valaisinrivistä on  $> 1,5 \times$  asennuskorkeus tai välikaistalla on valoa estävää kasvillisuutta.
4. Kevyen liikenteen alikulkukäytävät valaistulla tiellä.

Toiminnallinen luokka	KVL ajon./d			
	Kaikki ajokustannussäästöt		Vain onnettomuuskustannussäästöt	
	HK = 1	HK = 1,8	HK = 1	HK = 1,8
Moottoritie				
— kk ≤ 15 m, ei häikäisy-estettä	13 000	23 000	25 000	45 000
Moottoriliikennetie	10 000	18 000	17 000	30 000
Valta- ja kantatie, 2-k	4 000	7 000	6 000	10 000
Seudullinen tie, 2-k	3 000	5 000	4 000	7 000

Taulukko 1.  
Liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärät.



5. Liikennejärjestelyt moottori- ja moottoriliikenneiden päissä.
6. Liikennemerkkit teillä, joiden valaistuksen värintoisto on huono, erikoisesti erivärisiä merkkejä sisältävät ryhmät, ellei tauluja voida sijoittaa niin, että ajoneuvovalot osuvat niihin.

Kaikkien muiden kohteiden valaistustarve tarkistetaan seuraavassa kohdassa esitetyllä menetelmällä.

## 1.12 Tievalaistuksen tarpeellisuuden arviointimenetelmä

Menetelmä perustuu tieosan tarkasteluun kuljetajan näköhavaintotarpeeseen vaikuttavien tekijöiden avulla. Liikennetilanteen ja ajamistehtävän monimutkaisuus ja vaikeus riippuvat pimeän ajan liikenneympäristöstä, joka määräytyy tien geometrisista tekijöistä, liikennöitävyydestä, visuaalisesta ympäristöstä sekä onnettomuusriskistä.

Tien valaistustarpeen ilmaisee valaistuksen tehokkuus. Se analysoidaan painotetulla pistesummamenetelmällä arvostelemalla tieosan luokitus-tekijät niiden näköinformaatiohyvyyden kannalta pistein 1...5 taulukoissa 3—5 olevien periaatteiden mukaisesti.

Luokitustekijöiden painotus ilmaisee tekijään liittyvän visuaalisen havainnoinnin tärkeyttä koko ajotoiminnan kannalta. Taulukoihin on otettu sellaisia tekijöitä, joihin tievalaistuksella on positiivinen vaikutus.

### 1.121 VALAISTUKSEN PERUSTELUKU

Taulukoissa 3—5 oleva pistesumma ei yksinään osoita tievalaistuksen tarpeellisuutta. Perusteeksi riittävä pisteluku määritellään tieverkon yleisen tilan, alueelle sopivien valaistusperiaatteiden ja tienpidon pitkän tähtäyksen ohjelmoinnin mukaisesti. Yleensä käytetään taulukoiden osoittamaa periaatetta, jossa liikenneympäristön luokittelutekijöiden arvostelupiste 3 kuvaa kuljetajan näkökulmasta huonointa pimeän ajan liikenteelle vielä hyväksyttävää tilannetta. Valaistuksen perusteluku PL saadaan jakamalla tieosalle tai liittymälle lasketut kokonaispisteet arvostelupisteitä 3 vastaavalla perusarvolla. Kun  $PL > 1$ , tieosan valaiseminen on perusteltu.

### 1.122 LIIKENNETALOUDELLINEN VERTAILUTEKIJÄ

Tieosan valaiseminen saattaa olla taloudellisesti kannattavaa mutta hyötykustannussuhdetta ei pidetä riittävänä. Tievalaistuksen rakentaminen voi näissä tapauksissa osoittautua tarpeelliseksi, koska pimeän ajan liikenteelle koituu rahassa vaikeasti mitattavaa hyötyä, jota kuvataan edellä olevan analyttisen menetelmän perusteella.

Valaistuksen tarpeellisuus arvioidaan perusteluvun PL ja liikennetaloudellisen vertailutekijän VT avulla. Vertailutekijänä käytetään tarkasteltavan hankkeen hyötykustannussuhteen ja ilman lisäselvityksiä valaistavan kohteen hyötykustannussuhteen osamäärää.

Tarkasteltaessa pelkästään onnettomuuksia vertailutekijä saadaan tapahtuneiden pimeän ajan onnettomuuksien ja taulukossa 2 toiminnalliselle luokalle vaaditun onnettomuustiheysperusteen avulla. Vastaavalla tavalla vertailutekijä saadaan tarkasteltavan tieosan KVL:n ja taulukossa 1 vaaditun liikennemäärän avulla. KVL:ään perustuva vertailutekijä antaa mahdollisuuden tarkastella myös sellaisia kohteita, joilla ei ole sattunut pimeän ajan onnettomuuksia.

$$VT = \frac{HK}{HK_{vaad}} = \frac{OT_{pi}}{OT_{pivaad}} = \frac{KVL}{KVL_{vaad}} \quad (6)$$

Tievalaistus on tarpeellinen kaavan (7) mukaan.

$$VT \cdot PL \geq 1,0 \quad (7)$$

### 1.123 VALAISTUSHANKKEIDEN TÄRKEYSJÄRJESTYS

Valaistushankkeiden tärkeysjärjestys määritellään kiireellisyysindeksin KI avulla, joka ottaa huomioon perusteluvun, liikennetaloudellisen kannattavuuden, hyötyvien ajoneuvojen lukumäärän ja vuosikustannukset.

$$KI = VT \cdot \frac{PL \cdot p \cdot KVL}{K_v} \quad (8)$$

jossa VT on liikennetaloudellinen vertailutekijä,

p pimeän ajan liikenteen osuus,  
KVL vuorokausiliikenne (ajon./d),  
PL valaistuksen perusteluku ja  
K<sub>v</sub> valaistuksen vuosikustannus (mk/m · a).

Kiireellisyysindeksi on laadittu valaistushankkeiden tarkasteluun, sitä ei saa käyttää vertailussa muihin tienpidon toimenpideryhmiin.

### 1.13 Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen

Tievalaistuksen vähentämisen kohteet valitaan sijainnin ja liikenneympäristön vaikeusasteen perusteella liikenneturvallisuusnäkökohtien sallimissa rajoissa. Vähentämisaika määräytyy liikenteen tuntivaihtelun ja tien kunnossapidon tarpeiden perusteella.

Ennen toimenpiteisiin ryhtymistä tulisi tiekohtaisilla laskelmilla osoittaa, että tarkasteluajanjakson aikana käyttökustannussäästöt ovat suuremmat kuin laitteistokustannusten ja lisääntyneiden ajokustannusten summa. Laskelmissa tulee erityisesti ottaa huomioon onnettomuusasteen



tuntivaihtelu, sekä tarkistaa nykyisen valaistuksen mitoitus ja taloudellisuus. Elleivät tarkemmat laskelmat muuta osoita, käytetään seuraavia periaatteita.

#### 1.131 YLEISET TIET TAAJAMIEN ULKOPUOLELLA

Pitkillä tielinjaosuuksilla ja erittäin vähäliikenteisillä teillä valaistus voidaan sammuttaa 0.00—5.00 väliseksi ajaksi.

Pääsuunnassa kanavoitujen tasoliittymien ja eritasoliittymien valaistusta voidaan vähentää niin, että valaistustaso on noin puolet täyden valaistuksen arvosta 23.00—6.00 välisenä aikana. Jos liittymä on edellisen kohdan mukaisella tiejaksolla, noudatetaan kokonaan sammuttamisen aikojä.

Valaistusta ei voida sammuttaa kokonaan seuraavilla kohdilla:

- tieosilla, joilla päätien valaistuksella hoidetaan myös jk-pp-tien valaistus,
- tieosilla, joilla on yön aikana runsaasti kevyttä liikennettä mutta ei erillistä väylää näille,
- poikkeuksellisen kapeat tien kohdat ja sillat,
- suojatiet sekä
- tieosat, joilla esiintyy usein sumua.

Lossi- ja lauttalaitureiden valaistusta ei vähennetä yön aikana.

#### 1.132 YLEISET TIET TAAJAMISSA

Kaupunkiseuduilla ja taajamissa olevien yleisten teiden valaistusta voidaan vähentää niin, että keskimääräinen luminanssi on noin puolet täyden valaistuksen arvosta 23.00—6.00 välisenä aikana.

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

TIEVALAISTUSTARPEEN ARVIOINTI  
1 - ajorataiset tiet

LUOKITUSTEKIJÄ		ARVOSTELUPISTEET					PAINO- TUS	PISTE- ARVO
		1	2	3	4	5		
GEOMETRIA								
Kaistojen lkm		2	-	3	-	4	0,2	
Tien leveys (m)		9,0	8,0 - 9,0	7,0 - 8,0	6,5 - 7,0	6,5	0,6	
Liittymätiheys (kpl/km)	- päätiet	2	3 - 4	4 - 6	6 - 10	10		
	- muut tiet	5	6 - 8	8 - 10	10 - 15	15	4,0	
Kaarteisuus (g/km)	- päätiet	20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50		
	- muut tiet	60	60 - 80	80 - 100	100 - 120	120	8,0	
Mäkisyys (m/km)	- päätiet	8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	20		
	- muut tiet	15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30	0,4	
Näkemäprosentti	- päätiet N300							
	- muut tiet N150	100	80 - 100	60 - 80	40 - 60	40	0,2	
GEOMETRIA YHTEENSÄ								

LIIKENNÖITÄVYYS

KVL (ajon/vrk)	1000	1000 - 2000	2000 - 3000	3000 - 6000	6000	5,0	
Valo-ohjattuja liittymiä	kaikki pääliit- tyvät tai ei valo-ohjausta	lähes kaikki pääliittymät	useimmat pääliittymät	puolet pää- liittymistä	toistuvia va- lo-ohjaamat- tomia pää- liittymiä	0,2	
Ryhmittymiskaista vasemmalle	kaikissa pää- liittymissä tai ei	lähes kaikissa pääliittymissä	useimmissa pääliittymissä	puolessa pää- liittymistä	satunnaisesti toistuvia	1,0	
Nopeusrajoitus (km/h)	50	-	60	-	80	0,8	
Kevyt liikenne	erill. jk+pp- tie tai	korotettu jk+ pp-tie tai	ei kev. lii- kenteen jär- jestelyjä ja	suojateitä tai	suojateitä ja odotussaarek- keita tai		
	ei ole	kevyttä liikennettä synnyttäviä toimintoja on hyvin vähän	on vähän	on kohtalais.	on paljon	1,0	
LIIKENNÖITÄVYYS YHTEENSÄ							

YMPÄRISTÖ

Hallitseva maankäyttötyyppi	haja-asutus	asutus	asutus ja lii- ketoiminta	liiketoiminta tai teoll.	nauhamainen liiket./teoll.	0,2	
Maankäytön etäisyys (m)	80	50 - 80	30 - 50	10 - 30	10	0,4	
Mainos- ja ympäristövalaistus	ei	-	satunnainen	-	häiritsevästi toistuva	2,0	
YMPÄRISTÖ YHTEENSÄ							

ONNETTOMUUDET

Pimeän ja valoisän ajan onnettomuusasteiden suhde	1,0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0	8,0	
ONNETTOMUUDET YHTEENSÄ							

PISTEET

GEOMETRIA	
LIIKENNÖITÄVYYS	
YMPÄRISTÖ	
ONNETTOMUUDET	
YHTEENSÄ	

VALAISTUKSEN PERUSTELUKU =	/ 95
----------------------------	------

LUOKITUSTEKIJÄ	ARVOSTELUPISTEET					PAINO- TUS	PISTE- ARVO
	1	2	3	4	5		
GEOMETRIA							
Kaistojen lkm	2 + 2	-	3 + 3	-	4 + 4	0,2	
Keskikaistan leveys (m)	15	10 - 15	6 - 10	3 - 6	3	0,5	
Piennasleveys (m)	2,5	2,0 - 2,5	1,5 - 2,0	1,0 - 1,5	1,0	1,0	
Luiskakaltevuus	1:4	1:3	1:2,5	1:2	1:1,5	0,5	
Kaarteisuus (g/km)	15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30	8,0	
Mäkisyys (m/km)	6	6 - 9	9 - 12	12 - 15	15	0,4	
Eritasoliittymien nokkaväli (m)	5000	3000 - 5000	2000 - 3000	1500 - 2000	1500	3,0	
GEOMETRIA YHTEENSÄ							
LIIKENNÖITÄVYYS							
Palvelutaso, käyttösuhte	0,35	0,35 - 0,50	0,50 - 0,80	0,80 - 0,90	0,90	5,0	
LIIKENNÖITÄVYYS YHTEENSÄ							
YMPÄRISTÖ							
Maankäytön etäisyys (m)	80	50 - 80	30 - 50	10 - 30	10	3,0	
Mainos- ja ympäristövalaistus	ei	-	satunnainen	-	häiritsevästi toistuva	2,0	
YMPÄRISTÖ YHTEENSÄ							
ONNETTOMUUDET							
Pimeän ja valoisan ajan onnettomuusasteiden suhde	1,0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0	8,0	
ONNETTOMUUDET YHTEENSÄ							

PISTEET

GEOMETRIA	
LIIKENNÖITÄVYYS	
YMPÄRISTÖ	
ONNETTOMUUDET	
YHTEENSÄ	

VALAISTUKSEN PERUSTELUKU =	/ 95
----------------------------	------



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

## TIEVALAISTUSTARPEEN ARVIOINTI

## Tasoliittymät

LUOKITUSTEKIJÄ	ARVOSTELUPISTEET					PAINO- TUS	PISTE- ARVO
	1	2	3	4	5		
GEOMETRIA							
Liittymähaarojen lkm	-	3	4	5	kiertoliittymä	0,5	
Päätien leveys (m)	9,0	8,0 - 9,0	7,0 - 8,0	6,5 - 7,0	6,5	0,6	
Näkemäetäisyys (25 m:n päässä päätien reunasta)	200	160 - 200	130 - 160	80 - 130	80	0,2	
Kanavointi	ei	väistötilat	kääntymis- kaistat va- semmalle	kääntymis- kaistat va- semmalle ja oikealle	kanavointi pääsuunnassa korotetuin saarekkein	1,0	
Päätien pituuskaltevuus	1 %	1 - 2 %	2 - 3 %	3 - 5 %	5 %	0,4	
Päätien kaarresäde (m)	1000	700 - 1000	500 - 700	300 - 500	300	8,0	
GEOMETRIA YHTEENSÄ							

## LIIKENNÖITÄVYYS

Nopeusrajoitus (km/h)	50	-	60	-	80	0,8	
Valo-ohjauksen vaihekaavio	kaikilla kääntyvillä virroilla oma vaihe	päätien kää- ntyvillä vir- roilla oma vaihe	kaikilla vas. kääntyvillä oma vaihe	päätien vas. kääntyvillä oma vaihe	ei erillistä vaihetta kää- ntyville tai ei valo-ohjausta	1,3	
Liikennemäärä (KVL) ja/tai sivutien liikennemääräosuus	1000 ja 5 %	1000 - 2000 tai 5 - 10 %	2000 - 3000 tai 10 - 20 %	3000 - 6000 tai 20 - 30 %	6000 tai 30 %	0,8	
Kevyt liikenne	eritasojär- jestelyt tai  ei ole	ei kevyen liikenteen järjestelyjä ja  on hyvin vähän	kevyttä liikennettä synnyttäviä toimintoja  on vähän	suojatiet tai  on kohtalais.	suojatiet ja odotussaarek- keet tai  on paljon	1,0	
LIIKENNÖITÄVYYS YHTEENSÄ							

## YMPÄRISTÖ

Hallitseva maankäyttötyyppi	haja-asutus	asutus	asutus ja lii- ketoiminta	liiketoiminta tai teoll.	nauhamainen liiket/teoll	0,2	
Maankäytön etäisyys (m)	80	50 - 80	30 - 50	10 - 30	10	0,2	
Mainos- ja ympäristövalaistus	ei	-	satunnainen	-	häiritsevästi toistuva	1,5	
YMPÄRISTÖ YHTEENSÄ							

## ONNETTOMUUDET

Pimeän ja valoisan ajan onnettomuusasteiden suhde	1,0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0	8,0	
ONNETTOMUUDET YHTEENSÄ							

## PISTEET

GEOMETRIA	
LIIKENNÖITÄVYYS	
YMPÄRISTÖ	
ONNETTOMUUDET	
YHTEENSÄ	

VALAISTUKSEN PERUSTELUKU = / 75

## 1.2 Valaistusteknilliset vaatimukset

### 1.20 Yleistä

Tievalaistuksen on oltava tasoltaan sellainen, että tienkäyttäjä havaitsee ajoissa tiellä tai sen välittömässä läheisyydessä olevan esteen, saa oikean käsityksen omasta asemastaan, liikkeestään ja nopeudestaan tiehen sekä muihin tienkäyttäjiin verrattuna. Edelleen tienkäyttäjän tulee saada oikea kuva tiestä ja sen jatkuvuudesta. Toisaalta valaistus ei saa häiritä tienkäyttäjiä.

Tiellä tai tien vieressä olevan esteen tai esineen voi havaita silloin, kun taustan ja esteen välillä on riittävä luminanssiero. Ajoneuvojen valot valaisevat suoraan estettä, jolloin se erottuu vaaleana tummaa taustaa vasten. Tievalaistuksessa tausta on vaalea ja este erottuu sitä vasten tummana siluettina. Taustan on näin ollen oltava riittävän valoisa, jotta vaaleakin este erottuisi tien pintaa vasten.

Koska näkemisvaatimukset vaihtelevat erilaisissa tie- ja liikenneolosuhteissa, on valaistustason muututtava samassa suhteessa. Käytännön suunnittelua varten valaistus jaetaan luokkiin, jotka määrittellään valaistusteknillisten perussuureiden avulla. Tällöin näitä luokkia voidaan käyttää sopivasti vaihdellen eritasoisilla teillä.

### 1.21 Valaistusluokat ja valaistusteknilliset suureet

#### 1.211 VALAISTUSLUOKAT

Valaistusluokat määrittellään luminanssin ja sen tasaisuuden sekä häikäisyn avulla.

Osatekijöiden on täytettävä taulukossa 1 esitetyt arvot ennen valaistuksen normaalia huoltoa.

Vaatimukset ovat kuivan päällysteen arvoja. Määrällä päällysteellä luminanssin vaatimukset ovat samat, paitsi yleistasaisuus  $U_0$ , jonka tulee olla vähintään 0,15. Märän päällysteen ominaisuudet määrittellään kohdassa 1.33.

Valaistusluokissa A...D tulee mitoituksen perustua luminanssilaskentaan hyvän teknillisen ja taloudellisen tuloksen takia. Valaistusvoimakkuusarvot on annettu lähinnä luokkia E ja F sekä laadunvalvontaa varten.

Tunneleiden valaistusteknilliset vaatimukset esitetään kohdassa 1.47.

#### 1.212 LUMINANSSI

Luminanssi  $L$  ( $\text{cd/m}^2$ ) osoittaa, miten valoisa ajoradan pinta näyttää. Keskimääräinen luminanssi  $L_m$  on koko ajoradan luminanssiarvojen aritmeettinen keskiarvo.

Jotta luminanssi ei alittaisi vaatimuksia ennen huoltoa, käytetään suunnittelussa alenemakerrointa  $\beta$ . Tulon  $\beta \times$  mitoituksen uusarvo on oltava  $\geq$  taulukon 1 arvo. Alenemakerroin vaihtelee rajoissa 0,5...0,9 ympäristöstä (epäpuhdas ilma, pölyävä tie jne.) valaisimen rakenteesta (avoin tai suljettu) sekä lampun ja valaisimen vanhenemisestä riippuen. Ellei tekijöiden vaikutusta tunnetta, käytetään suunnittelussa arvoa 0,75.

Edellisten, moottoriajoneuvoliikenteen näkökoh-tien lisäksi tulee taajamissa olla yleisvalaistus, jonka määrä on 2...15 lx riippuen katuluokasta, liittymäjärjestelyistä ja ympäristön valoisuudesta. Ajorataa risteävän tai sen vieressä kulkevan kevyen liikenteen puolisynterivalaistusvoimakkuuden ( $E_v$ ) pitää olla  $\geq 50\%$  ajoradan valaistusvoimakkuudesta ( $E_m$ ). Sylinterin halkaisija on 0,5 m ja korkeus 1,0 m sekä alareunan etäisyys tien tai maan pinnasta 0,5 m.

Luminanssin tasaisuus määrittellään seuraavasti:

$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_m}$  = Näkyvyyden kannalta tarvittava yleistasaisuus, joka lasketaan koko ajoradan pienimmän ja keskimääräisen luminanssin osamääränä; havaitsijan paikka 1/4 ajoradan etäisyydellä oikeasta reunaviivasta.

Valaistus- luokka	Luminanssi			Häikäisy		Valaistusvoimakkuus			
	L <sub>m</sub> (cd/m <sup>2</sup> )	Tasaisuus		G	TI %	E <sub>m</sub> (lx)	E <sub>min</sub> ajor.ulkop.	Tasaisuus	
		U <sub>0</sub>	U <sub>I</sub>					U <sub>0</sub>	U <sub>ox</sub>
A	≥2,0	≥0,4	≥0,6	≥5	≤ 8	≥30	≥10	≥0,4	
B	1,5	0,4	0,6	5	10	20	7	0,4	
C	1,0	0,4	0,4	4	15	15	4	0,4	
D	0,5	0,4	0,4	4	20	10	2	0,4	
E	(0,3)	—	—	—	—	5	—	—	0,1
F	(0,1)	—	—	—	—	2	—	—	0,05

Taulukko 1.  
Valaistusluokat



$$U_l = \frac{L_{min}}{L_{max}} =$$
 Ajomukavuuteen vaikuttava pitkitäistasisuus, joka lasketaan kun-kin kaistan keskellä ja samassa kohdassa olevan havaitsemispis-teen kautta kulkevalla suoralla olevien pienimmän ja suurimman luminanssin osamääränä.

Taulukossa 2 on esitetty mukautumisalueiden keskimääräinen luminanssi eri valaistusluokissa. Alueiden tarkoitus ja pituudet määritellään kohdassa 1.43.

Valaistusluokka	L <sub>m</sub> (cd/m²)
A	0,3...0,5
B	0,2...0,4
C	0,1...0,3
D	—

Taulukko 2.  
Mukautumisalueiden keskimääräinen luminanssi

1.213 HÄIKÄISY

Tievalaistuksessa esiintyy kaksi häikäisylajia, jotka ovat laskettavissa asennuksen valaistus-tekniillisistä perussuureista. Epämukavuuden tunteena koettavan kiusahäikäisyn määrää kuvaa häikäisynrajoituksen tunnusluku G, jonka astei-ko on seuraava:  
1 = sietämätön  
3 = häikäisevä  
5 = juuri hyväksyttävä  
7 = tyydyttävä  
9 = huomaamaton

Estohäikäisy on näkösuoritusta heikentävä vai-kutus, jonka määrä on mitattavissa silmän kont-rastinerotuskyvyn muuttumisena. Taulukossa 1 on esitetty eri valaistusluokissa sallittavat pro-sentuaaliset maksimiarvot (TI%), joilla kontras-tinerotuskynnys saa enintään kasvaa. Valaisi-mien häikäisyominaisuudet selvitetään kohdas-sa 1.32.

1.214 VALAISTUSVOIMAKKUUS

Valaistusvoimakkuus E (lx) on valovirta kohtisuo-raan pinta-alayksikköä kohti. Se lasketaan ajora-dan pinnan tasossa. Keskimääräinen valaistus-voimakkuus E<sub>m</sub> on koko tien pinnan valaistusvoi-makkuuksien aritmeettinen keskiarvo.

Valaistusvoimakkuus ajoradan ulkopuolella las-ketaan kaistalle, joka on pientareen levyinen, mutta kuitenkin vähintään 2 m. Vähimmäisvaati-mukset ovat taulukossa 1.

Valaistusvoimakkuuden yleistasisuus laske-taan samalla periaatteella kuin luminanssin ta-saisuus. Valaistusluokissa E ja F tasaisuus las-ketaan keskimääräisen ja suurimman arvon suh-teena (U<sub>ox</sub>).

Valaistusvoimakkuuteen perustuvassa mitoitus-essa on käytettävä alenemakerrointa β = 0,75.

1.22 Valaistusluokan valinta

Valaistusluokka riippuu tien ja liikenteen ominai-suuksista. Se valitaan seuraavien tekijöiden pe-rusteella:  
— toiminnallinen luokka,  
— poikkileikkaus,  
— liikennelaji,  
— käyttönopeus,  
— liittymäjärjestelyt ja  
— ympäristön vaikutus.

Päätie	Sivutie	Rampit
A	A B C D	A B B C
B	A B C D	B B C C
C	A B C D	B C C C
D	A B C D	C C C D
— <sup>11</sup>	A B C D	C C C C

<sup>11</sup> Vain moottoritiellä

Taulukko 3.  
Eritasoliittymän ramppien valaistusluokka

Kuva 1 kattaa useimmat käytännön tapaukset. Jos hankkeen ominaisuudet ovat ristiriidassa keskenään, taulukkoa sovelletaan seuraavaan ta-paan:  
— Jos liikennemäärä on huomattavasti suurempi kuin poikkileikkauksen mitoitusliikenne, va-laistustasoa voidaan nostaa yhdellä luokalla tai on tehtävä muita parannustoimenpiteitä.  
— Jos tie on toiminnalliseen luokkaansa nähden leveä, valaistusluokka valitaan poikkileikkauk-sen perusteella.  
— Jos yleinen tie on taajaman sisäisen liikenne-verkon osa, valaistusluokka valitaan katuluoki-tuksen avulla.



# Eriluokkaisilla teillä käytettävät valaistusluokat

TOIMINNALLINEN LUOKKA	POIKKILEIKKAUS	LIIKENNE	KÄYTTÖ- NOPEUS	LIITTYMÄT	VALAISTUSLUOKKA	
					VALOISAYMP	PIMEÄYMP
MOOTTORIVÄYLÄT	MN - 2 x 12,50 / 7,50 + 15,00 	M	≥ 80	ERITASO	B	C
	MN - 2 x 12,50 / 7,5 + 4,50 	M				
	MN - 12,50 / 7,50 	M				
VALTATIET JA KANTATIET (PÄÄTIET)	IN - 2 x 9 / 7 + 4,50 	M + Pp + Jk	≥ 60	TASO/ERITASO	A	B
		M + Pp + Ej			A	B
		M + E (Pp + Jk)			B + D	C + E
	IN - 17,50 / 14,50 	M + Pp + Jk	≥ 60	TASO	A	B
		M + Pp + Ej			A	B
		M + E (Pp + Jk)			B + D	C + E
SEUDULLISET TIET, KOKOOJA- JA YHDYSTIET	IN - 10,50 / 7,50 	M + Pp + Jk	≥ 60	TASO	C	C
		M + Pp + Ej			C	C
		M + E (Pp + Jk)			C + D	D + E
	II N - 8 / 7 	M + Pp + Jk	< 60	TASO	C	D
KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄT		M + Pp + Ej			C	D
		M + E (Pp + Jk)			D + E	D + E
	II N - 7 / 6 	M + Pp + Jk	< 60	TASO	D	D
PÄÄKADUT	II N - 4 ... III N - 6 	M + Pp + Jk	< 40	TASO	D	D
	N - 2 Jk + 2 Pp 	Pp + Jk			D	E
	N - 2 Jk 	Jk			E	F
PÄÄKADUT	LAITURIT 				A	B
	I LK 	M + E (Pp + Jk)	≤ 60	TASO/ERITASO	B + D	
		M + Pp + Ej	≤ 50	TASO	A	
PÄÄKADUT	II LK 	M + E (Pp + Jk)	≤ 40	TASO	C	D
		M + E (Pp + Jk)			C + D	D + E
		M + Pp + Jk			C	C
KOKOOJAKADUT		M + Pp + Jk	≤ 30	TASO	C	D
TONTTIKADUT		M + Pp + Jk	≤ 20	TASO	D	E

M = moottoriajoneuvoliikenne  
Pp = polkupyöräliikenne

Jk = jalankuliikenne  
E = erillinen liikenne

Kuva 1

- Vähäliikenteisten teiden valaistus ei tule liikennetaloudellisesti kannattavaksi. Jos ne kuitenkin valaistaan, se perustuu yleiseen turvallisuuteen, viihtyisyyteen tai muuhun päätökseen. Tällöin ne ovat valaistuspöytäkirjassa verrattavissa kevyen liikenteen väyliin ja niillä voidaan käyttää viimeksimainittujen valaistusluokkia.
- Jos hanke sijaitsee ennestään valaistujen tieosien välissä tai jatkeella, uuden osuuden valaistusluokka valitaan nykyiseen luokkaan sopeutuvaksi. Vaadittavaan luokkaan tulee kuitenkin pyrkiä vaihdannaisia lamppuja käyttämällä, nykyistä asennusta saneeraamalla tai vaiheittain rakentamalla.
- Jos 2-ajorataisen valta- tai kantatien kaikki liittymät ovat eritasoisia, valaistusluokka valitaan pimeään ympäristön sarakkeesta.

- Ympäristö on valoisa, jos tien ulkopuolelta tulee häiritsevää valoa esim. läheisestä tievalaistuksesta, huoltoasemilta, urheilukentiltä, kiinteistöiltä, jne.

Eritasoliittymien ramppien valaistusluokat valitaan taulukon 3 avulla.

### 1.23 Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen

Niillä tieosilla, joilla valaistusta ei sammuteta kokonaan ajoittaisen vähentämisen aikana keskimääräinen luminanssi saa laskea noin puoleen täyden valaistuksen arvosta. Tasaisuusarvojen ( $U_0$ ,  $U_1$ ) tulee olla  $\geq 0,3$ .

## 1.3 Valaistusratkaisut

### 1.30 Yleistä

Valaistusratkaisuita ovat kaikki valaistuksessa tarvittavat kiinteät rakenteet, laitteet ja kalusteet kuten lamput, valaisimet, pylväät, valaisinvarret, perustukset, sähköjakelukojeistot ja -laitteet sekä johtoverkko. Lisäksi ajoradan päällyste toimii välillisenä valaistuselementtinä. Laitteiden mitoitus, käyttöperiaatteet ja suunnittelu esitetään kohdissa 1.4 ja 1.5.

### 1.31 Lamput

#### 1.311 LAMPPUTYYPIT

Tievalaistuksen valonlähteenä käytetään erilaisia kaasupurkauslamppuja niiden suuren valotehokkuuden ja pitkän polttoajan takia.

Tievalaistuksessa käytettäviä kaasupurkauslamppuja ovat:

- elohopealamput,
- monimetallilamput,
- suurpainenatriumlamput,
- pienpainenatriumlamput ja
- loistelamput.

Lamppujen tärkeimmät ominaisuudet tievalaistuksen kannalta ovat:

- valotehokkuus (lm/W liitäntälaitteineen),
- polttoikä (h),
- valovirran alenema (%),
- valon väri ja värinvalinta sekä
- valon ohjattavuus.

Muita huomioon otettavia ominaisuuksia ovat lamppujen liitäntäteho (nimellisteho + liitäntälaitteiden tehohäviöt), syttymiseen ja palamiseen tarvittavat lisälaitteet, syttymis- ja uudelleensyttymisaika, lämpötilavaihtelujen ja värinän kestävyys, kuvun lasin ominaisuudet jne.

Pieni nimellisteho ja valovirta vaativat paljon valopisteitä, mikä vaikuttaa lisäävästi rakennus- sekä käyttö- ja kunnossapitokustannuksiin. Suuri valotehokkuus, pitkä polttoikä ja pieni valovirran alenema vähentävät kustannuksia. Suunnittelun lähtökohtana on pidettävä mahdollisimman suurta valotehokkuutta.

Valon värillä on merkitystä pääasiassa liikenneympäristön viihtyisyyden sekä jossakin määrin havaitsemisen ja häikäisyn kannalta. Elohopealamput valo on valkoista, suurpainenatriumlampun vaalean keltaista ja pienpainenatriumlampun keltaista. Keltaisessa valossa silmän havaitsemistarkkuus ja -nopeus on suurempi kuin valkoisessa valossa. Edelleen keltainen valo häikäisee vähemmän ja tunkeutuu esim. sumuun paremmin. Valon väriä voidaan käyttää jossakin määrin opastuksen apuna korostamaan väylien luonnetta.

Huono värinvalinta heikentää liikenneympäristöä, koska värit vääristyvät. Tällä on merkitystä mm. liikennemerkkien havaitsemisen kannalta. Elohopealamppujen värinvalinta on hyvä, suurpainenatriumlampujen kohtalainen ja pienpainenatriumlampujen huono.

Valoa voidaan ohjata sitä helpommin mitä pienikokoisempi lamppu on ulkoisilta mitoiltaan.

Tievalaistuksessa käytettävien lamppujen ominaisuudet on esitetty taulukossa 1. Lamput kehittyvät kuitenkin nopeasti, joten ajankohtaiset tiedot on hankittava aina valmistajilta.

Lamppu	Nimellisteho (W)	Liitäntäteho (W)	Valovirta (klm)	Valotehokkuus (lm/W)	Polttoikä (h)	Valonväri
Elohopealamput	50	59	1,8	31	12000	Valkoinen
	80	90	3,7	41		
	125	139	6,3	45		
	250	268	13,0	49		
	400	422	22,0	52		
Suurpainenatriumlamput	50	58	3,3	57	12000	Vaaleankeltainen
	70	83	5,8	70		
	100	111	9,5	86		
	150	170	13,5	79		
	210	230	18,0	78		
	250	280	25,0	89		
	350	373	34,5	92		
	400	436	47,0	108		
Pienpainenatriumlamput	Hajakenttämuuntaja				10000	Keltainen
	35	59	4,8	81		
	55	79	8,0	101		
	90	132	13,5	102		
	135	182	22,5	124		
	180	240	32,0	133		
	Hybridipiiri					
	55	72	7,4	103		
	90	115	13,0	113		
	135	166	21,5	130		
	180	227	30,5	134		
	"E-malli" hybridipiiri					
	26 (hm)	55	4,1	75		
	36	60	6,1	102		
	66	101	10,5	104		
91	133	16,3	123			
131	176	24,8	141			

**Taulukko 1.**  
Valaistusteknisessä mitoituksessa ja kustannuslaskennassa käytettävät lamppujen ominaisuudet.

#### 1.312 LAMPPUTYYPIN VALINTA

Lampputyyppi, lampun nimellisteho ja valovirta valitaan valaistavasta hankkeesta riippuen siten, että kohdan 1.2 valaistustekniset vaatimukset on täytetty mahdollisimman taloudellisella tavalla.

Elohopealamppuja käytetään yleensä seuraavissa tapauksissa:

- seudullisilla tai sitä alempiluokkaisilla teillä,
- kevyen liikenteen väylillä,
- pysäköimis-, levähdys- ja palvelualueilla,
- kokooja- ja tonttikaduilla sekä
- liikennemerkkien valaisemisessa.



Suurpainenatriumlamppuja käytetään:

- moottoriväylillä,
- moottoriväyliä eritasoliittymissä,
- valta- ja kantateilla,
- pääkaduilla,
- taajamien sisääntuloteilla,
- sillanalusvalaistuksessa,
- tunneleissa ja
- perusverkon eritasoliittymissä.

Pienpainenatriumlamppuja käytetään:

- moottoriväylillä,
- moottoriväyliä eritasoliittymissä,
- kaksiajorataisilla valta- ja kantateilla sekä tärkeillä seudullisilla teillä, joilla on eritasoliittymät ja erilliset kevyen liikenteen väylät sekä tunneleissa.

Monimetallilamppuja voidaan käyttää:

- ulkoilu- ja urheilualueilla,
- aukioilla,
- huoltoasemilla ja
- pysäköintialueilla.

Loistelamppuja käytetään:

- liikennemerkkeissä ja
- tunneleissa.

Hehkulamppuja käytetään vain valo-ohjauslaitteissa.

Taulukossa 2 on esitetty elohopea- ja natriumlamppujen käyttömahdollisuudet ja tehot eriluokaisilla teillä ja tavallisimmissa muissa valaistuskohteissa.

Tiekohtaisessa suunnittelussa lamppujen valinnan tulee perustua tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelmassa osoitettuun valolajiin ja valais-

tusluokkaan. Rakennettaessa uutta valaistusta olemassa olevan jatkeeksi tai väliin, on koko tiejakson tavoite otettava huomioon. Tällöin voidaan vaiheittain rakennettaessa usein käyttää esim. sellaisia suurpainenatriumlamppuja, jotka voidaan vaihtaa elohopealamppujen tilalle muuttamatta liitäntälaitteita. Vanhan valaistuksen saaneisuuden kannattavuus on myös tarkistettava.

## 1.32 Valaisimet

Valaisimen tehtävä on valon ohjaaminen hyvällä hyötysuhteella lampusta ajoradalle ja sen lähiympäristöön sekä lampun suojaaminen erilaisilta rasituksilta: likaantuminen, sään vaihtelu, tärinä, korroosio, pöly, kivet, ilman epäpuhtaudet yms. Valaisimen tulee olla helppo huoltaa ja vaihtaa sekä muodoltaan sellainen, että tuulikuorma on mahdollisimman pieni (muotokerroin <1,2). Kuvassa 1 on esitetty suljettu tievalaisin.

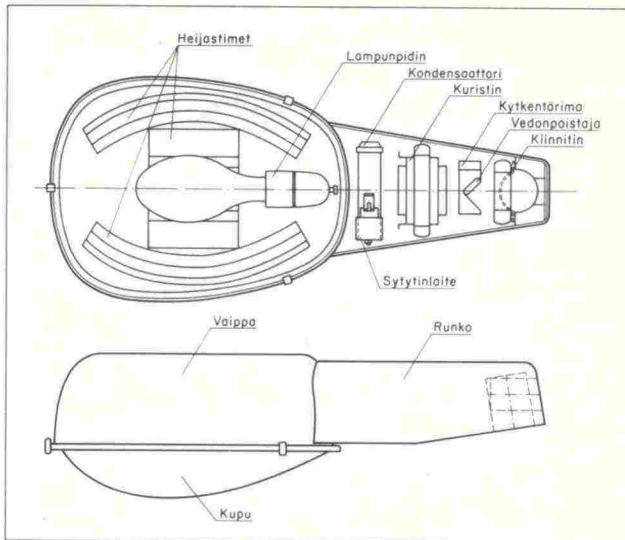
### 1.321 VALONJAKO-OMINAISUUDET

Valaistusteknillisten suureiden laskemista varten on tunnettava valaisimen valonjako-ominaisuudet eli valovoima eri suuntiin.

Valovoima, cd/1000 lm, mitataan kuvan 2 mukaisessa koordinaatistossa, missä suunnat määritellään C- $\gamma$ -järjestelmässä. Koordinaatiston origo on valaisimen optiikan keskipisteessä, C-tasot kiertyvät valaisimen kautta kulkevan pysty-akselin ympäri ja C-tasoilla olevat korkeuskulmat ilmoitetaan kulmalla  $\gamma$ .

Valaistava tie tai kohde	Elohopealamput				Suurpainenatriumlampun						Pienpainenatriumlampun				
	80	125	250	400	70	150	210	250	350	400	35	55	90	135	180
Moottoritie 6 - kaist. 4 - kaist.										□				□	□
Moottoriliikennetie								□		□				□	□
Moottoriväylän eritasoliittymät						□		□					□	□	
Valtatie, kantatie 4 - kaist. 2 - kaist.						□	(□)	□	(□)	□			□	□	□
Seudullinen tie kokoojatie, yhdystie		□	□			□									
Jk + pp - tie Jk - tie	□	□													
Laiturit Pysäköintialueet Torit, aukiot Sillanalusvalaistus Liikennemerkkit		□	□	□				□		□					
Pääkatu 4 - kaist. 2 - kaist.			(□)	(□)		□	(□)	□	(□)	□					
Kokoojakatu Tonttikatu		□	□			□									

Taulukko 2.  
Lampputyypin käyttömahdollisuudet



Kuva 1.  
Suljettu tievalaisin ja sen osat.

Valovoiman jakautuma esitetään jollakin seuraavista tavoista.

#### 1. Taulukossa

Valaistusteknillisten suureiden laskeminen tietokoneella edellyttää valaisimen valovoiman mittaamista  $5^\circ$  välein C-tasoilla, joilla korkeuskulma  $\gamma$  muuttuu  $2^\circ$  välein alueella  $0 \dots 180^\circ$  sekä tulosten tallentamista reikäkortille tai -nauhalle, magneettinauhalle, levykkeelle tai esittämistä taulukkomuodossa.

#### 2. Isokandelakäyrillä

Pallokoordinaatistoon piirretyt käyrät, kuva 3, ovat lähtökohtana valaisimen valonjakoluokan määrittelylle. Ajoradan tasolle projisoituja isokandelakäyriä käytetään graafiseen mitoittamiseen. Isokandelakäyrät voidaan esittää myös suorakulmaisessa koordinaatistossa.

#### 3. Valonjakokäyrillä

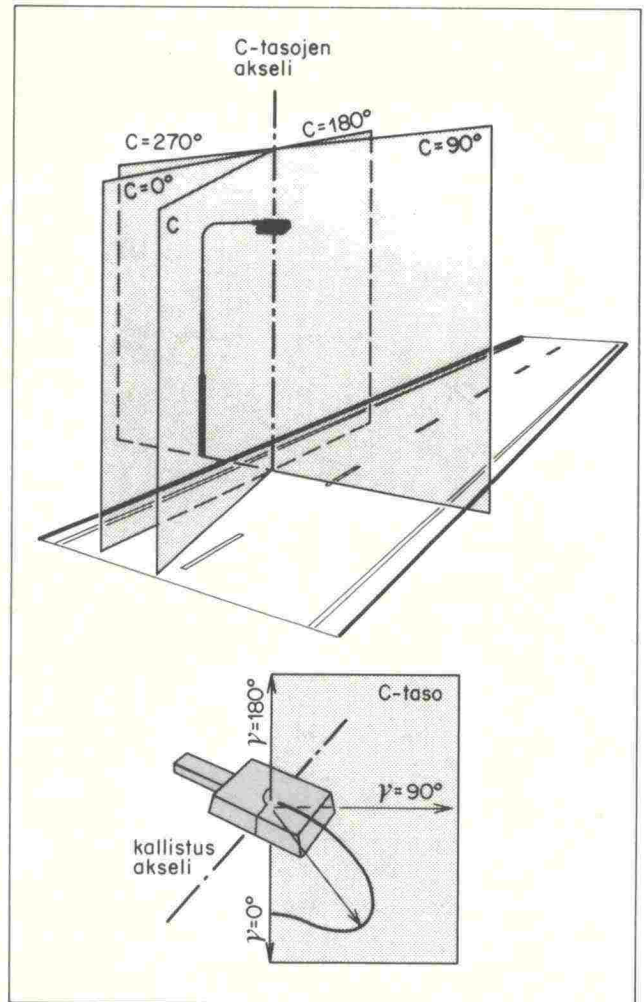
Valaisimen tyypillisimpiä valonjako-ominaisuuksia voidaan tarkastella piirtämällä valovoiman jakautuma napakoordinaatistoon seuraavasti (kuva 4)

- päätaso (C-taso, jossa on maksimivalovoima),
- tiensuuntainen taso ( $C = 0^\circ$ ),
- poikittainen taso ( $C = 90^\circ$ ) ja
- kartiomainen leikkaus maksimivalovoiman määrittelemässä  $\gamma$ -kulmassa.

### 1.322 VALONJAKOLUOKAT

Valaisimet ryhmitellään kahden ominaisuuden, valonjaon ja häikäisyominaisuuksien perusteella. Ne vaikuttavat oleellisesti tien pinnan luminanssiin ja sen tasaisuuteen, häikäisyyn sekä valaistusvoimakkuuteen.

Valonjakoluokka määrätään pallokoordinaatistoon piirretystä isokandelakäyrästä tarkastelemalla valonjakoa tien suuntaan ja poikittain sekä laskemalla valaisimen häikäisynrajoitusta kuvaava valaisintekijä SLI.



Kuva 2.  
Valovoiman mittaaminen.

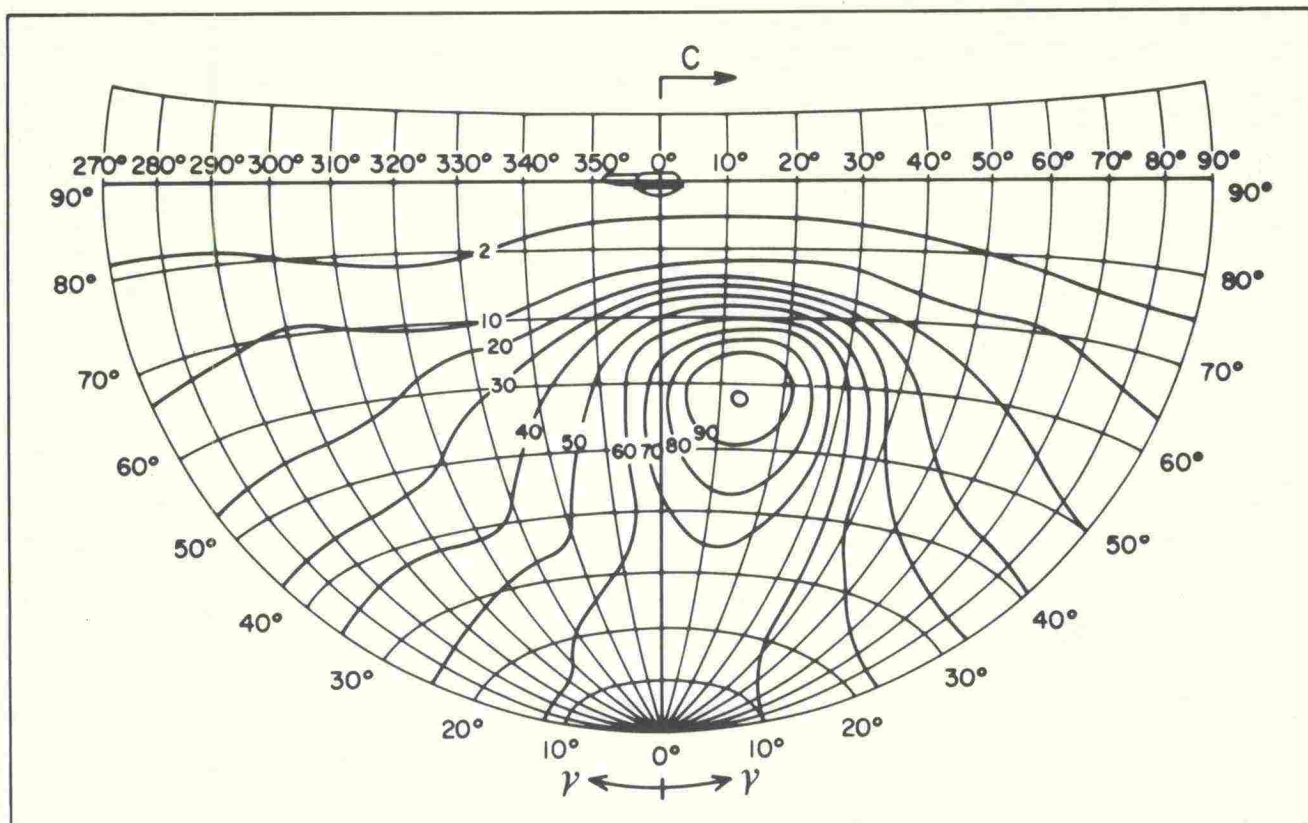
Valonjako tien suuntaan määritellään kuvan 5 mukaisesti pystysuorassa päätasossa sen valovoiman korkeuskulman avulla, joka saadaan käyrän  $I_{90}$   $\gamma$ -kulmien keskiarvona. Valonjako poikittain määritellään tasossa  $C_{90}$  olevan korkeuskulman avulla, joka syntyy, kun koordinaatiston säde sivuaa  $I_{90}$ -käyrää.

Valaisimen häikäisynrajoitusominaisuudet riippuvat valaisimen valottuneesta pinnasta ja valovoiman arvoista tasossa  $C_{90}$ . Rajoituksen määrää kuvataan valaisintekijällä SLI. Valonjakoluokkien rajat on esitetty taulukossa 3  $\gamma$ -kulman ja valaisintekijän SLI avulla.

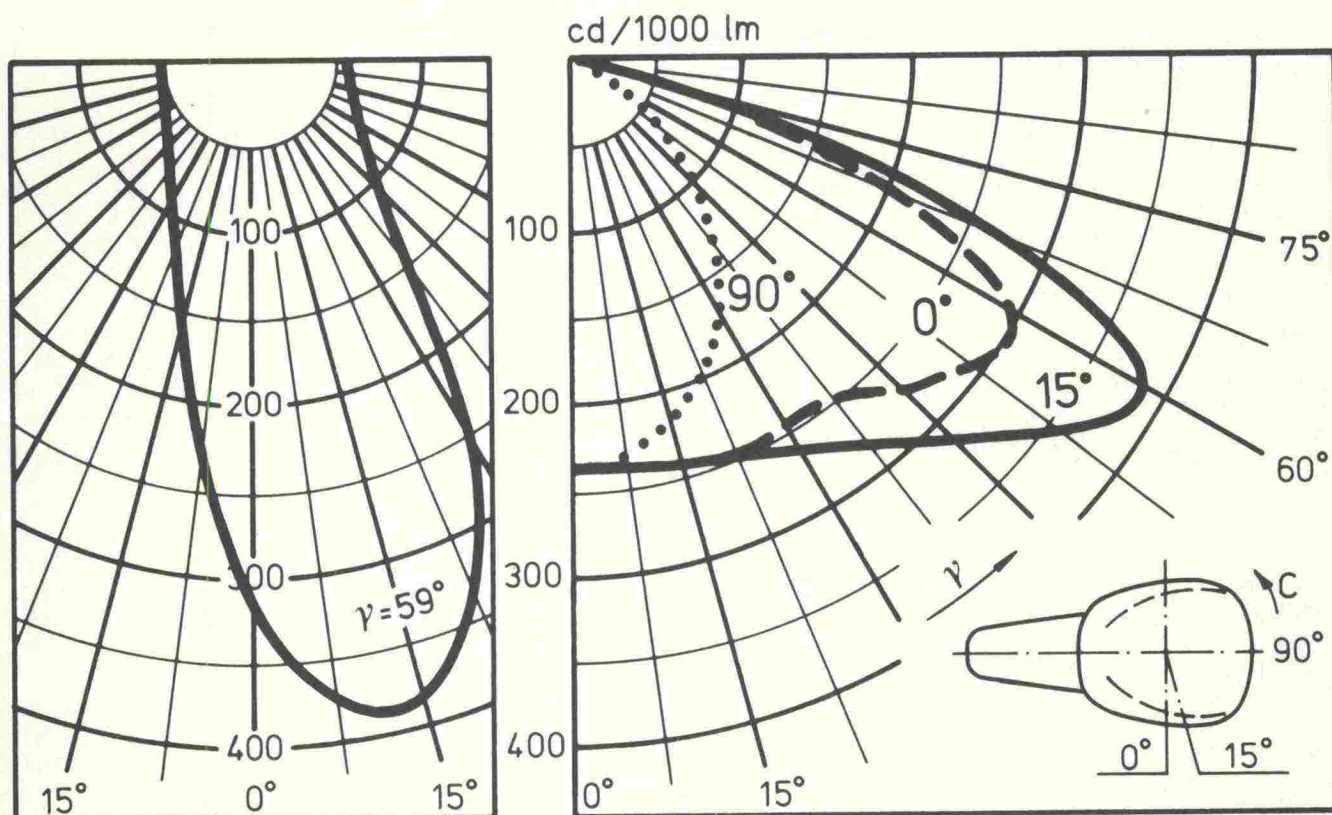
TVH:n hyväksymistä valaisimista on esitetty valonjakoluokat kulmien ja valaisintekijän avulla sekä valovoiman jakautuma taulukkomuodossa. Tien suunnittelutoimisto ylläpitää myös ajankoh- taista valaisintiedostoa atk:ta varten.

Yksittäisen valaisimen häikäisyominaisuuksia kuvaavaa valaisintekijää (SLI) ei saa sekoittaa kokonaisen valaistusasennuksen häikäisynrajoituksen tunnuslukuun (G). Johtopäätöksiä ei pidä tehdä yksinomaan SLI:n avulla — pieni SLI ja suuri asennuskorkeus voi tuottaa paremman G-arvon kuin suuri SLI ja pieni asennuskorkeus.





Kuva 3.  
Isokandelakäyrät pallokoordinaatistossa.



Kuva 4.  
Valonjakokäyrät napakoordinaatistossa.



Valonjako	$\gamma$ -kulma		
Tien suuntaan	< 60°	60° — 70°	> 70°
	lyhyt	puolipitkä	pitkä
Poikittain	< 45°	45° — 55°	> 55°
	kapea	leveähkö	leveä

Valaisintekijä	SLI		
	< 2	2 — 4	> 4
Häikäisyn rajoitus	pieni	keskisuuri	suuri

Taulukko 3.

Valaisimien jako valonjakoluokkiin

## 1.323 VALAISINTYYPIT JA NIIDEN VALINTA

Valonjakoluokkien lisäksi valaisimet voidaan jakaa ryhmiin usealla eri tavalla, joista yleisimmät ovat:

## 1. Käyttötarkoituksen mukaan

- tievalaisin,
- sillanalusvalaisin,
- liikennemerkkivalaisin,
- tunnelivalaisin,
- aukio- ja puistovalaisin,
- valonheitin ja
- erikoisvalaisimet (pitkittäisketjuvalaisin, kaidevalaisin yms.)

## 2. Lamputyyppin mukaan

- elohopeavalaisin,
- suurpainenatriumvalaisin,
- pienpainenatriumvalaisin ja
- loistevalaisin.

## 3. Rakenteen mukaan

- avoin valaisin ja
- suljettu valaisin.
  - kiinteät heijastimet
  - säädettävät heijastimet
  - ilman erillisiä heijastimia

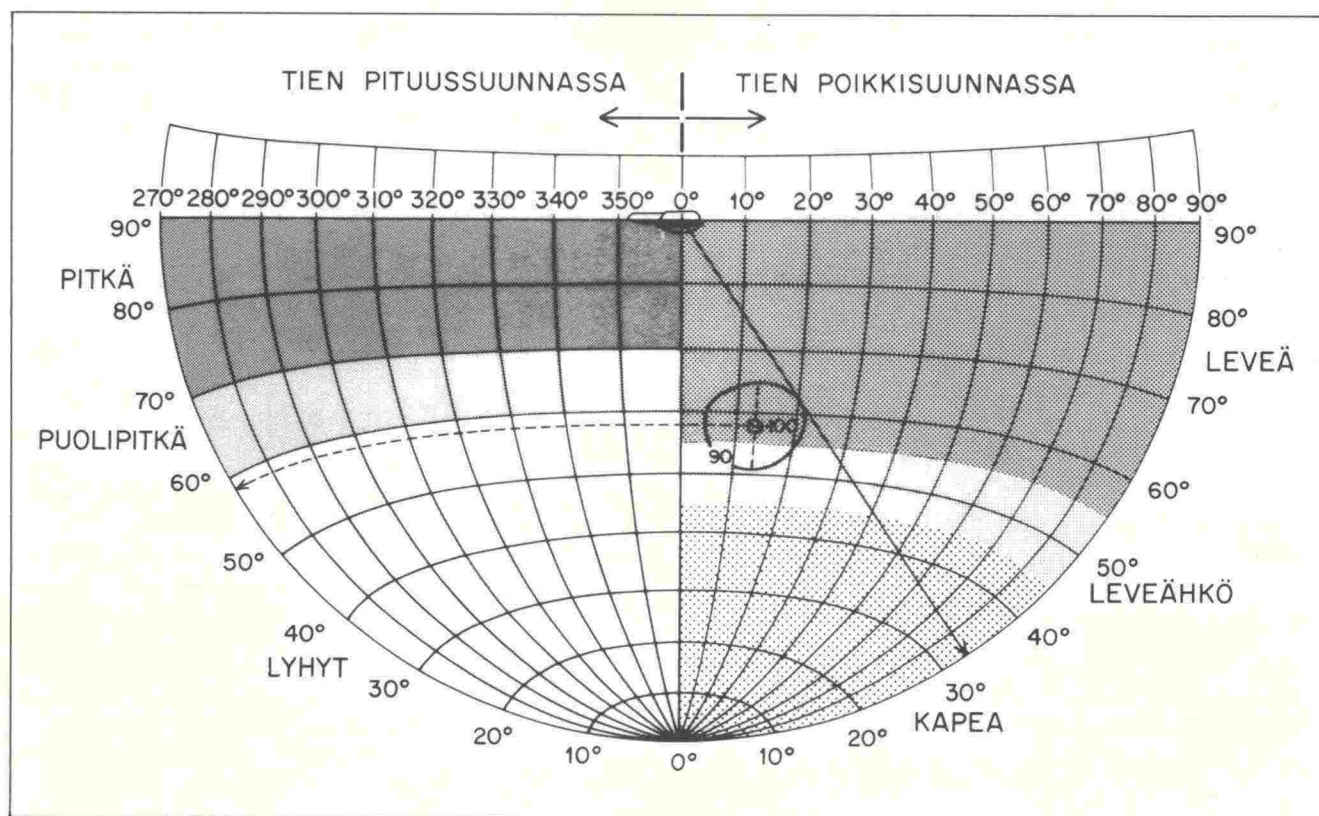
## 4. Asennustavan mukaan

- valaisinvarteen,
- pylvään päähän,
- vaijeriin,
- pinta- tai uppoasennus.

Valaisintyypit valitaan siten, että kohdan 1.2 valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät ja valaisimen valonjakoluokka soveltuu hankkeeseen mahdollisimman taloudellisella tavalla.

Jos valaistava alue on hyvin leveä — noin kolminkertainen asennuskorkeus tai päällyste on hyvin peilimäinen — valaisimen valonjaon tulee olla lyhyt ja leveä. Yleisten teiden valaisemiseen sopivien valaisimien valonjako on useimmiten puolipitkä ja kapea.

Valaisimen hyötysuhteen (valaisimen antaman ja lampun valovirran suhdeluku) ja lampun valovirran aleneman (likaantuneen ja puhdistetun valaisimen valovirran suhdeluku) tulisi olla mahdolli-



Kuva 5.

Valaisimen valonjakoluokan määrittely.



simman korkea. Valovirran pysyvyysasteen pitää olla  $\geq 0,75$  huoltoajanjakson lopussa. Ulkoisten rasiusten kestävyys tulee olla hyvä, erityisesti kevyen liikenteen väylien, liikennemerkkien, tunnelien ja tärinäalttiiden paikkojen valaisimisessa, minkä vuoksi yleisillä teillä käytetään suljettuja valaisimia. Valaisimen tulee soveltua valittuun lampputyypin ja asennustapaan. Lisäksi tulee valaisimen koon olla oikeassa suhteessa muuhun rakenteeseen nähden (ks. kohta 1.42 Optinen ohjaus ja ulkonäkö).

### 1.33 Ajoradan päällyste

Päällysteen valotekniset ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi tievalaistuksen laatuun ja taloudellisuuteen, niistä riippuvat myös näkemismahdollisuudet ajoneuvovaloilla ajettaessa.

Ajoradan luminanssin ja sen tasaisuuden laske- mista varten on tunnettava päällysteen heijastus- ominaisuudet: vaaleusaste ja peilimäisyys. Nämä ominaisuudet vaihtelevat päällysteen laadun ja olotilan mukaan. Kuluminen ja pinnan raken- teen muuttuminen vaikuttavat kuivan päällysteen vaaleusasteeseen ja peilimäisyyteen; märällä päällysteellä vaaleat lisäaineet vähentävät peili- mäisyyttä ja parantavat paluuehjästävuutta.

Koska päällystetyyppejä on runsaasti, ne on ryh- mitelty valaistussuunnittelua varten kahdella ta- valla, neliluokkaiseen R-järjestelmään tai kaksija- koiseen C-järjestelmään. Jokaista kuivan ja mä- rän päällysteen luokkaa varten on määritelty teo- reettinen standardipäällyste, joka kuvaa laskel- missa riittävällä tarkkuudella kaikkia tähän luok- kaan kuuluvia päällysteitä.

Verrattaessa useampia päällysteen ominaisuuksia voidaan todeta, että hyvät valotekniset ja kitkaominaisuudet esiintyvät samanaikaisesti. Karkeus vähentää peilimäisyyttä ja vastaantule- vien ajoneuvovalojen peilautumista kaikissa olo- tiloissa.

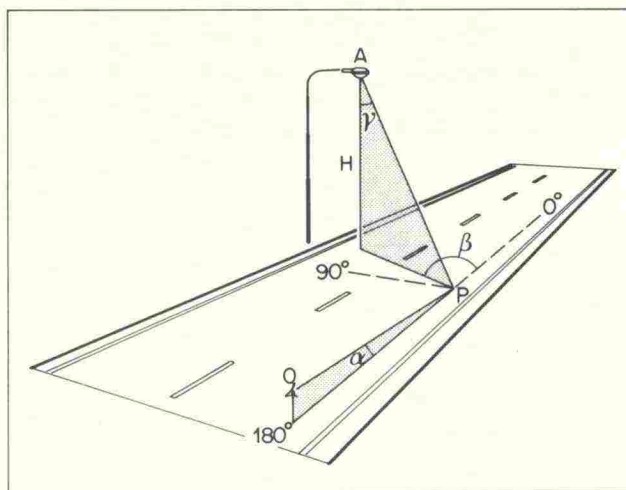
#### 1.331 PÄÄLLYSTEEN HEIJASTUS- OMINAISUUDET

Tien päällysteen heijastusominaisuutta kuvataan luminanssikertoimella  $q$ . Luminanssikerroin las- ketaan kuvan 6 mukaisesti kaavalla (1).

$$q = \frac{L}{E} \quad (1)$$

jossa  $L$  on pisteestä  $O$  havaittu tienpinnan  $P$ - pisteen luminanssi ja  $E$  valaistusvoimakkuus pisteessä  $P$ .

Käytännössä  $q$  on valon tulokulmien  $\gamma$  ja  $\beta$ , ha- vaintokulman  $\alpha$  sekä päällysteen laadun ja oloti- lan funktio. Valaistusvoimakkuus  $E$  pisteessä  $P$  lasketaan kaavalla (2).



Kuva 6. Valaisimen, tarkastelupisteen ja havaitsijan sijainti.

$$E = \frac{I}{H^2} \cos^3 \gamma, \quad (2)$$

missä  $I$  on valovoima  $P$ :n suuntaan ja  $H$  asennuskorkeus.

Sijoittamalla edelliset toisiinsa saadaan kaava (3).

$$L = q \cdot \cos^3 \gamma \frac{I}{H^2} \quad (3)$$

Termi  $q \cdot \cos^3 \gamma$  on redusoitu luminanssikerroin  $r$ , joka saadaan päällystenäytteistä laboratoriossa mittaamalla ja esitetään  $r$ -taulukossa. Nämä ku- vaavat päällysteen heijastusominaisuuksia täy- dellisesti, ja niitä voidaan käyttää, jos valaistus- tekniset suuret halutaan laskea tie- ja päällystekohtaisesti.

Yleiskäsityksen saamiseksi heijastusominaisuuksista sekä päällystelajien vertailua ja luokit- telua varten  $r$ -taulukosta lasketaan tunnusuu- reet:

$Q_0$  = vaaleusaste (keskimääräinen luminanssi- kerroin) sekä  
 $S_1$  ja  $S_2$  = peilimäisyyskertoimet.

TVH:n tiensuunnittelutoimisto huolehtii ajankoh- taisten päällysteiden heijastusominaisuuksien mittaamisesta ja luokkiin sijoittelusta käytännön suunnittelua varten.

Heijastusominaisuudet vaikuttavat valaistusrat- kaisuun seuraavasti. Mitä suurempi vaaleusaste  $Q_0$  sitä pitemmät pylväsvälit tai pienemmät lamp- puthot. Suuri peilimäisyys  $S_1$  vaikeuttaa valaisi- mien sijoittelua, koska luminanssi ja sen tasai- suus muuttuvat herkästi päällysteen olotilan vaihdellessa. Pieni peilimäisyys sallii yleensä pi- temmät pylväsvälit.



## 1.332 PÄÄLLYSTELUOKAT

Kuivat päällysteet ryhmitellään luokkiin R1...R4, sekä C1 ja C2 peilimäisyyskertoimen S1 avulla seuraavasti:

Luokka	S1	Luokka	S1
R1	≤ 0,28	C1	< 0,4
R2	0,29...0,60	C2	≥ 0,4
R3	0,61...1,30		
R4	1,31...2,00		

Taulukko 4 osoittaa, miten eri päällystelajit sijoittuvat näihin ryhmiin.

Suunnittelun lähtökohtana olevaa päällystettä arvioitaessa on otettava huomioon seuraavat seikat.

Päällystämisen jälkeinen kesärengaskausi aiheuttaa pääasiassa muodonmuutoksia ja irrottaa osan sideainekalvosta, jolloin päällysteen heijastusominaisuudet pysyvät lähes muuttumattomina. Ensimmäisen nastarengaskauden aikana päällysteen pinta puhdistuu ja kiviaines tulee paljaaksi,  $Q_0$  kasvaa kiviainekselle ominaiseen arvoon ja S1 pienenee jyrkästi. Taulukossa 4 on erilaisten ja eri-ikäisten päällysteiden heijastusominaisuuksia.

Luokka	Päällyste			Kuiva		Märkä
	Laji	Kivilaji	Ikä	S1	$Q_0$	
C1 R1	Betoni				0,101	
	SIP	kvartsiitti 12—16 mm		0,16	0,085	
	SIP	gabrolit 12—18 mm		0,22	0,118	
	AB20	harmaa graniitti		0,20	0,076	
	AB25	punainen graniitti		0,27	0,086	
R2	AB25E	punainen graniitti		0,34	0,082	
	AB18	tumma	4	0,37	0,088	
	AB32	punainen graniitti		0,39	0,105	
C2	AB20	kvartsiitti		0,47	0,083	
	AB20	tumma amfiboliitti		0,52	0,057	
	AB20	tumma	2	0,55	0,056	
	AB25	"	4	0,52	0,098	
	AB25E	"	5	0,53	0,079	
R3	AB25	tumma	2	0,71	0,060	
	AB25E	"	4	0,80	0,091	
	VA25	"		0,87	0,083	
	AB16	punainen graniitti		0,84	0,067	
	AB20	"		0,79	0,082	
	AB18E	tumma	1	0,72	0,082	
R4	AB18E	tumma	0	1,43	0,067	
	HAB16	"		1,35	0,082	

Taulukko 4.  
Esimerkkejä todellisten päällysteiden sijoittumisesta standardiluokkiin.

Kiviainesseoksen ollessa graniittia  $Q_0$  vaihtelee rajoissa 0,08...0,11 ja diabaasia käytettäessä 0,05...0,07. Jos rakeisuuskäyrän yläosalle on lisätty vaaleita lisäaineita n. 20 %, graniittipohjaisen päällysteen  $Q_0$  on n. 0,20 ja diabaasia käytettäessä n. 0,16.

Tievalaistuksen kannalta luokan tulisi olla mahdollisimman pieni eli päällysteen vaaleata mutta ei peilimäistä. Pinnan tulisi olla karkea, jotta erilaiset kosteustilat eivät vaikuttaisi kohtuuttomasti luminanssiin ja sen tasaisuuteen.

Valaistusteknillinen mitoitus tehdään tavallisesti standardipäällysteellä R2. Sateen aikana päällysteen peilimäisyys on suurimmillaan ja kuivumisen aikana heijastusominaisuudet muuttuvat jatkuvasti, kunnes saavuttavat edellä kuvatut kuivan päällysteen ominaisuudet. Tämän vuoksi märän päällystenäytteen heijastusominaisuudet mitataan 30 min kuluttua siitä, kun määrätty kastelu on lopetettu ja ryhmitellään luokkiin W1...W4 peilimäisyyskertoimen S1' avulla seuraavasti:

Luokka	S1'
W1	< 9,6
W2	9,6...26,5
W3	26,5...73
W4	73...200

Taulukko 4 osoittaa, miten muutamat päällystelajit sijoittuvat näihin luokkiin. Valaistusteknillisten vaatimusten toteutuminen tarkistetaan standardipäällysteellä W3.

## 1.333 AJORATAMERKINNÄT

Ajoratamerkintöjen näkyminen riippuu niiden ja taustan välisestä kontrastista, päällystetyypistä ja säästä.

Ajoratamerkintöihin käytettävien massojen heijastusominaisuuksien tulee olla riittävän erilaiset päällysteeseen nähden eli asfalttipäällysteillä mahdollisimman vaaleita  $Q_0 \geq 0,20$  ja valoa hajottavia  $S1 = 0,05...0,20$ .

Valaisemattomalla tiellä ajoratamaalausten paluueijastuksen valotiheyskertoimen QR on oltava 0,07...0,30 ja aina suurempi kuin päällysteen  $Q_0$ . Lasihelmien käyttäminen parantaa paluueijastusominaisuuksia.

## 1.34 Pylväät ja perustukset

Valaisimia kantaviin rakenteisiin kuuluvat pylväät, varret, tien poikki- tai pituussuuntaiset vaijerit, pylväiden kiinnityslaitteet ja perustukset.

Tievalaistuksessa käytettävät rakenteet on suunnittelun, valmistuksen ja asentamisen helpottamisen sekä yhtenäistämisen takia standardisoitu tai esitetty tyyppiirustuksissa.

## 1.341 PYLVÄÄT

Pylväät jaotellaan materiaalin perusteella metalli-, puu-, betoni- ja keinoainepylväisiin. Rakenteeltaan ne voivat olla putki- tai ristikkopylväitä, olakeellisia, kartiomaisia, jäykkiä tai myötäviä.



Jäljempänä olevia metallipylväitä koskevia ohjeita voidaan käyttää soveltuvin osin myös muiden pylväiden yhteydessä.

Valaisinpylväiden käyttökelpoisuus riippuu seuraavista ominaisuuksista: lujuus, törmäysominaisuudet, taipumat ja värähtelyt, asennus- ja kunnossapito-ominaisuudet, ulkonäkö sekä hinta.

### Pylväiden ryhmittely

Metallipylväät jaetaan kolmeen ryhmään nimelliskorkeuden ja varren ulottuman perusteella, taulukko 5.

	Varrelliset pylväät			Varrettomat pylväät		
	Ryhmä			Ryhmä		
	A	B	C	A	B	C
H	(5 000) (6 000) 8 000	8 000 10 000 12 000	12 000 15 000 (18 000)	3 000 4 000 5 000 6 000 (8 000)	( 8 000) (10 000)	(12 000) 15 000 (18 000) (20 000)
V	1 000	1 000 2 500	2 500 4 000			

Suluissa ilmoitettut mitat eivät ole suositeltavia. Nimelliskorkeuden ollessa 8, 10 tai 12 m suositellaan varrettoman pylvään sijasta käytettäväksi pystyvarista pylvästä.

**Taulukko 5.**  
**Metallipylväiden ryhmittely.**

Yksityiskohtaiset mitat ja toleranssit standardin SFS 4826 mukaan.

Puupylväiden nimelliskorkeuksina käytetään 6, 8 ja 10 m.

### Materiaalit

Teräs- ja alumiinipylväiden materiaalien tulee täyttää standardin SFS 4641 vaatimukset.

Puupylväiden raaka-aine valitaan ja käsitellään standardin SFS 2662 kohdan 3 mukaisesti. Puupylvään tulee edelleen kuulua standardin SFS 4188 lujuusluokkaan T30.

Muista aineista valmistettavat pylväät tehdään hankekohtaisesti erikseen annettavien ohjeiden mukaan.

### Pintakäsittely

Metallipylväiden korroosiosuojaus tehdään standardin SFS 4642 mukaan.

Teräspylväiden pintakäsittelyjä ovat kuumasinkitys ja maalaus; metalliruiskutusta voidaan käyttää pylvään pystytyspaikalla pintakäsittelyn korjaukseen tai kunnossapitoon.

Alumiinipylvään pintakäsittely ei ole tarpeellista paitsi tyven osalta silloin, kun pylväs joutuu kosketuksiin perustusmaan kanssa.

Puupylväiden tulee olla painekyllästettyjä standardin SFS 3974 mukaan, luokka A.

### Kytkenätilat ja -kalusteet

Valaisinpylväiden sähköisten liitäntälaitteiden tulee täyttää standardin SFS 4829 vaatimukset.

### Kuormitukset

Valaisinpylväiden mitoituksessa otetaan huomioon valaisimen ja valaisinvarren painoista aiheutuvat kuormat sekä tuulikuorma standardin SFS 4828 mukaisesti.

Pääosa mitoituskuormituksesta aiheutuu tuulikuormasta. Mitoituksessa käytettävää tuulenpainetta laskettaessa lähtökohtana on tuulen nopeuspaine, joka valitaan Suomen rakentamismääräyskokoelman RakMK B1 (RIL 59f) mukaan seuraavasti:

Tuuliolosuhteet	Nopeuspaine 10 m:n korkeudessa (N/m <sup>2</sup> )	Tuulen nopeus (m/s)
Normaalit	660	32,5
Erityisen tuuliset	825	36,3

Erityisen tuulisten olosuhteiden nopeuspainetta käytetään, kun pylvään pystytyspaikka on suoja-  
ton merenranta tai tuulisuudeltaan samanlainen paikka.

Koon reduktiokerroin määritellään standardin SFS 4828 mukaan.

Ellei tuulitunnelikokeilla ole toisin osoitettu, pyöreämuotoisen valaisimen muotokerroin on 0,8 ja kulmikkaan 1,2. Valmistajien luetteloissa ilmoitettu valaisimen sivuprojektion pinta-ala on kerrottava muotokertoimella tuulikuormaa laskettaessa.

### Mitoitus

Edellisessä kohdassa esitettyihin kuormituksiin perustuva mitoitus tehdään standardin SFS 4827 mukaan.

Kytkenäaukon kohdalla syntyvät jännitykset on erityisesti tarkistettava, koska aukon ympäristössä vaikuttaa vaikeasti arvioitavia jännitystiloja. Hitsauksesta, pintakäsittelystä tms. aiheutuva mahdollinen lujuuden aleneminen on otettava huomioon.

Sallittu jännitys on teräksen myötöraja tai alumiinin 0,2-raja jaettuna varmuuskertoimella 1,3.

Taipumat on tarkistettava standardissa esitetyllä tavalla.

Edellä oleva koskee jäykkien pylväiden mitoitus-  
ta. Liikenneturvallisuuden kannalta on kuitenkin toivottavaa, että pylväs olisi rakenteeltaan ja muodoltaan sellainen, että henkilöauton törmä-  
tessä turvavöitä käyttävät kuljettaja ja matkustajat eivät vahingoitu.



Myötävä pylväs voidaan mitoittaa ja valmistaa mm. seuraavilla tavoilla:

- Pylvään alaosa tehdään muuta osaa heikomaksi katkeavien ruuvien tai niittien tai lähellä jalustaa olevan helposti särkyvän osan avulla.
- Mitoitetaan pylväs tai kiinnityslaitte siten, että se kestää täyden taivutusmomentin mutta vain pienen leikkausvoiman. Tämä saadaan aikaan valmistamalla pylväs vahvistetusta ohutlevystä, käyttämällä ristikkorakennetta tai irtoavaa kiinnityslaitetta (slipbase, break-away).

Myötävien pylväiden mitoitusperusteet tulee määrittellä käytännön kokeiden avulla.

### Pylvästyypit ja niiden valinta

Käytännön tilanteita varten pylväsrungot jaetaan viiteen ja varret kahteen jäykkyysluokkaan valaisimen koon, varren ulottuman ja tuuliolosuhteiden perusteella.

Pylvästyyppi valitaan standardissa SFS "Tyypipylväät" esitetyillä valintataulukoilla. Tunnus ei määrittele materiaalia eikä muotoa, joten pylväs voi olla esim. terästä tai alumiinia, kartiomainen, olakkeellinen tai muun muotoinen.

Standardi sisältää tyyppi- ja perustukset yleisimmistä olakkeellisista sekä kartiomaisista teräs- ja alumiinipylväistä.

Tievalaistuksessa käytettävät puupylväät kuuluvat yleensä standardin SFS 2662 mukaiseen pylväsluokkaan 2, jossa latvaläpimitta on 150 mm. Kevyen liikenteen väylillä sekä asennuskorkeuksilla 6 ja 8 m voidaan käyttää luokkaan 1 kuuluvia pylväitä, jossa latvaläpimitta on 130 mm.

Harustetut ja harustamattomat pylväsparit rakenteineen ja vaijereineen valmistetaan TVH:n tyyppi- ja perustusten mukaan.

Asennuskorkeudeltaan yli 20 m olevat mastot tulee mitoittaa, suunnitella ja valmistaa hankekohtaisesti erillisten ohjeiden mukaisesti.

### 1.342 PERUSTUKSET

Pylväsperustus on rakennustyönä vähäinen eikä sitä yleensä tehdä hankekohtaisesti pohjasuhteiden mukaan mitoitettuna. Pylväiden perustuksia suunniteltaessa käytetään valmiiksi mitoitettuja tyyppejä, joista valitaan olosuhteisiin sopiva.

Perusvaatimuksena on, että pylväs ei kallistu ulkonäköä haittaavasti pohjamaan painumisen, ympäristäytön tiivistymisen, roudan tms. syyn takia.

### Pylvään kiinnitystavat

Valaisinpylväs voidaan kiinnittää perustukseen seuraavilla tavoilla:

- Pylväs jatkuu suoraan maahan muodostaen perustuksen.

- Erillinen perustus, upotuskiinnitys.
  - kiinteä
  - irrotettava
  - säädettävä
- Erillinen perustus, laippakiinnitys.
  - irrotettava
  - säädettävä
  - törmäyksessä irtoava

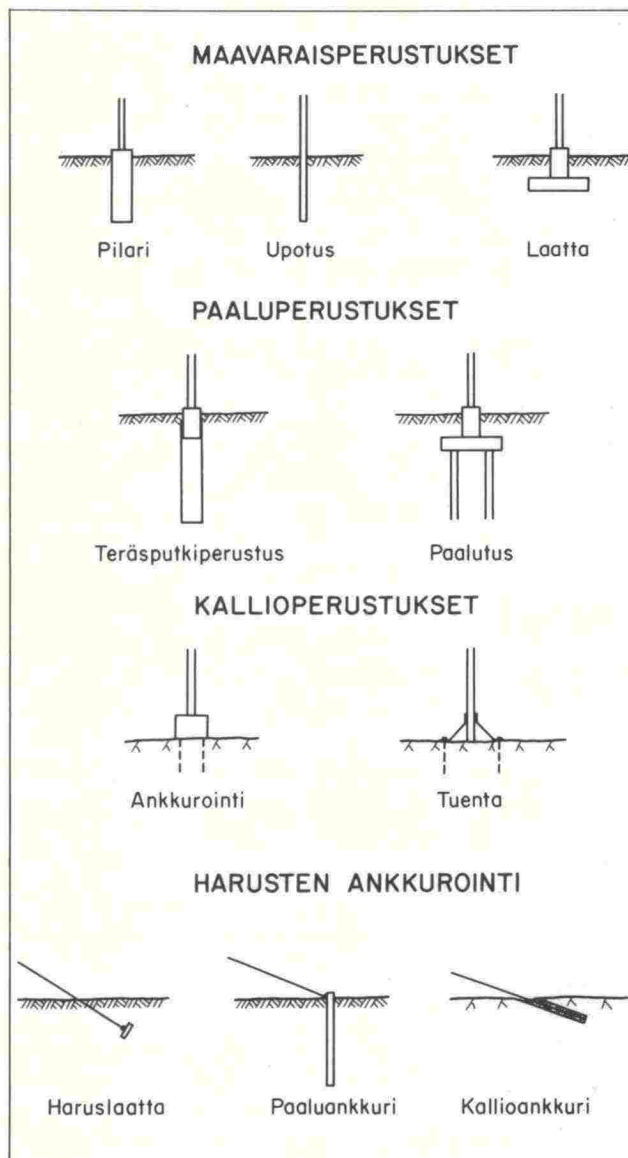
Ensimmäinen tyyppi on yleinen puupylväiden perustamistapa. Muissa tapauksissa käytetään erillistä, yleensä teräsbetonista perustusta.

Yleisillä teillä käytetään säädettävää upotus- tai laippakiinnitystä, jotka on esitetty TVH:n tyyppi- ja perustuksissa.

Törmäyksessä irtoavat kiinnitystavat suunnitellaan hankekohtaisesti erillisten ohjeiden mukaan.

### Perustamistavat

Kuvassa 7 on esitetty yleisimmät pylväiden perustamistavat.



Kuva 7. Pylväiden perustamistavat.



Pilariperustus, jonka pystyssä pysyminen perustuu maan aiheuttamaan sivupaineeseen, on suu- rimpia pylväskokoja lukuunottamatta edullisin ta- pa, koska se on työmäärältään ja materiaalmää- rältään pienin. Pilariperustusta tulee käyttää ai- na, kun se on teknillisesti mahdollista. Tämän ta- van käyttöä rajoittavat:

- perustamistason yläpuolelle ulottuva kallio,
- perusmaa, jossa pilarille ei saada riittävää si- vutukea, esim. perustus ei mahdu kokonaan saven kuivakuorikerrokseen tai
- perustuksen kohdalla olevat muut rakenteet esim. keskikaistan sadevesiviemäri.

Pitkissä pylväissä ( $H \geq 15$  m) käytetään laattape- rustusta. Laattaperustuksen etuna on aina jalus- tan pieni korkeus, jolloin sitä käyttäen voidaan pysyä kuivakuorikerroksessa tai viemäreiden ylä- puolella sekä saada pohjapaineet riittävän pie- niksi.

Paaluperustusta tulee välttää.

Kallioperustus voidaan usein korvata työtekniilli- sesti edullisemmalla laatta- tai pilariperustuksel- la louhimalla kallioon tarvittava peruskuoppa.

Harustetut pylväät perustetaan samoilla tavoilla kuin samanpituiset vapaasti seisovat pylväät. Harukset ankkuroidaan kuvan 7 osoittamilla ta- voilla.

Harustamattomat pylväät perustetaan hankekohtaisesti mitoitetuilla laattajalustoilla.

Mastoja varten laaditaan aina hankekohtainen perustamissuunnitelma.

Myötäävien pylväiden perustusten yläpinta saa olla enintään 10 cm valmiin maanpinnan yläpuo- lella.

Valaisinpylväiden kiinnittämistä lyhyisiin siltoi- hin tulee välttää. Pitkiin siltoihin asennetaan kiin- nikkeet niin, että pylvään ja kaiteen väliin jää riit- tävä vapaa tila.

### Perustamistavan valinta

Puu- ja metallipylväiden perustamistapa valitaan TVH:n tyyppipiirustusten mukaan. Niissä esitet- tyjen seikkojen lisäksi tulee teräsbetoniperustuk- sia käytettäessä ottaa huomioon seuraavat näkö- kohdat.

Perustuksen yläosa on aina sama yhdelle pylväs- tyyppille. Valimotyönä tehdään kullekin pylvästyyp- pille kaksi eripituista pilarielementtiä maanva- raista perustamista varten ja yksi lyhennetty tar- tuntateräksillä varustettu pilarielementti, joka voidaan valaa kiinni minkä tahansa perustustyy- pin (laatta, kallio, paalu) alaosaan. Valimolla tehtä- vien erikokoisten osien määrä pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi ja mitoiltaan samoiksi (pilariosan paksuus ja korkeus).

Pengerpaalutusalueilla pylväs voidaan perustaa laattaperustusta tai pilaria käyttäen, jos jalusta

mahtuu paaluhattujen tai paalulaatan yläpuolel- le. Matalissa penkereissä paalutettu pylväspe- rustus sovitetaan pengerpaalutukseen; jalustan yläosan sijaintia laattaan nähden voidaan tarvit- taessa muuttaa.

Vanhaan paalutettuun penkereeseen jalustoja si- joitettaessa voidaan käyttää seuraavia menetel- miä:

- hankekohtaisesti erityisen matalaksi mitoitet- tu laattaperustus paaluhattujen yläpuolelle tai
- paaluhattujen poistaminen pylvään kohdalta ja yhdistetyn paalu- ja jalustalaatan tekemi- nen.

Kevytsorapengerkereeseen pylväs voidaan perustaa pilari- tai laattajalustaa käyttäen siten, että riittä- vän laaja peruskuoppa täytetään routimattomalla hiekalla tai soralla, jotta vaadittava paino ja sivu- paine saavutetaan.

### Perustusten rakenne

Perustusten ja kiinnityslaitteiden rakenteelliset yksityiskohdat on esitetty TVH:n tyyppipiirustuk- sissa.

### 1.343 PYLVÄIDEN JA PERUSTUSTEN SOVITTAMINEN

Valaisinpylväitä valittaessa pitää pyrkiä mahdol- lisimman harvojen standardinmukaisten tyyppien käyttämiseen ainemenekin vähentämisen, val- mistuksen ja varastoinnin helpottamiseksi sekä käytännön yhtenäistämisen takia.

Perustuksen yläpinnan korkeuden, rungon pituu- den muutoksen ( $\Delta H$ ), varren korkeuden muutok- sen ( $\Delta H_v$ ) ja varren ulottuman muutoksen ( $\Delta V$ ) avulla tienpinnan ja valaisinistukan välinen kor- keusero pyritään saamaan valaistusteknisessä mitoituksessa käytetyn asennuskorkeuden suu- ruiseksi. Asennuskorkeus voi poiketa teoreetti- sesta arvosta  $\pm 10$  cm edellyttäen, että valaisinjo- no on juohea ja mahdollisimman suuri määrä pyl- väitä on samanlaisia.

Rungon ja varren muutokset tehdään 10 cm vä- lein ja enintään  $\pm 30$  cm. Tavallisimmat muutok- set ovat silloilla ja valaistustyyppin vaihtuessa reunasijoituksesta keskikaista-asennukseksi. Pylvään ja perustuksen valmistamisessa tarvitta- vat mitat esitetään pylväs- ja jalustaluettelossa.

Pylvään alapään halkaisijan ja kiinnityslaitteen riippuvuus toisistaan on otettava huomioon suunnittelussa.

### 1.35 Sähkölaitteet

Sähkölaitteiden tulee olla rakenteeltaan Sähkö- tarkastuskeskuksen sähköturvallisuusmääräys- ten julkaisun A1 ja näitä täydentävien tiedonanto- jen sekä rakennemääräysten E3 ja E1 mukaisia. Lisäksi paikallisen sähkölaitoksen mahdolliset erikoismääräykset on otettava huomioon.



### 1.351 PERUSKÄSITTEET

Sähkönkäytön kannalta olennaisia perusmääritelmiä ja -toimintoja ovat:

#### Sähkölaitos

Sähkölaitos on yritys tai laitos, joka tuottaa tai siirtää sähköä taikka toimittaa sitä muuhun kuin omaan käyttöönsä.

#### Syöttöpiste

Tievalaistuksen syöttöpiste on pääkeskus, jonka sijainnista sovitaan paikallisen sähkölaitoksen kanssa. Syöttöpisteessä tapahtuu usein myös sähköenergian mittausta.

#### Käyttäjännite

Pääkeskukset ja tievalaistuslaitteet syötetään normaalisti pienjännitteellä 380/220 V. Valaistuslaitteiden sallittu jännitteen alennus on esitetty kohdassa 1.522.

#### Energian mittausta

Tievalaistuksen energian mittausta tapahtuu periaatteessa kahdella tavalla:

- Tievalaistuksen vakiokuormitus teho kerrotaan käyttötuntilaskijasta saatavalla lukemalla tai tiedossa olevalla valaistuksen vuotuisella käyttötuntimäärällä.
- Energia mitataan suoraan kWh-mittarilla. Mittari voi olla joko pääkeskuksessa tai liityntäjohdon alkupäässä sähkölaitoksen käytännön mukaisesti.

Ensin mainittua tapaa käytetään asutuskeskuksissa ja taajamissa, missä valaistuskeskuksia on runsaasti ja energian kustannus ja maksutapa on selvästi sovittu.

#### Valaistuksen ohjaus

Ohjauksen tulee toimintojen ja teknillisten ratkaisujen puolesta olla TVL:n ja alueella olevan sähkölaitoksen vaatimusten mukainen.

Ohjausjärjestelmän tulee olla toiminnaltaan käytövarma ja sen avulla on oltava mahdollisuus sopeuttaa valaistustaso mahdollisimman hyvin tarvetta vastaavaksi.

Ohjaus toteutetaan paikallisesti hämäläkytkimin ja kellolaittein tai keskitetysti. Ohjauskäsky välitetään valaistusverkon, sähköverkon tai erillisen viestiverkon kautta.

Verkon kautta tapahtuva ohjaus edellyttää alueellista verkkokäskyjärjestelmää.

#### — Paikallisohtaus

Ohjaustapa tulee kysymykseen, kun valaistavana on pienehkö, erillinen alue, eikä verkkokäskyjärjestelmää ole käytettävissä. Ohjauskäsky annetaan joko hämäläkytkimellä tai astronomisella kellolla tai ohjausimpulssi otetaan olemassa olevasta valaistusverkosta.

#### — Ketjuttaminen

Ketjutus on yksinkertainen ja halpa ohjausmenetelmä. Keskuksat ovat yhteydessä toisiinsa eril-

listen ohjauskaapeleiden (maakaapeliverkko) välityksellä tai ohjaus otetaan välisulakkeen kautta lähinnä olevasta naapurikeskuksen valaisinpylvästä (ilmajohtoverkko). Menetelmän heikkoutena on suuri vika-alttius ohjauksen sarjakytkenän luonteen takia.

#### — Erillinen viestiverkko

Keskuksesta toiseen kulkeva viestiverkko muodostuu käytännössä ketjumaiseksi, joten se on sarjakytkenän takia altis vioille. Ketjumaisuutta voidaan vähentää käyttämällä esimerkiksi puhe- linverkkoa hyväksi.

#### — Keskitetty ohjaus

Alueilla, joissa valaistusverkko on yhtenäinen, ohjauksen tulee olla keskitetty, jotta välttyttäisiin häiritseviltä eriaikaisilta syttymis- ja sammumisajankohdilta. Parhaiten alueellinen ohjaus voidaan toteuttaa verkkokäskyohjauksella, jossa ohjausimpulssit kulkevat verkkoja pitkin keskuksissa oleviin vastaanottimiin, jotka tunnistavat niille tarkoitetun pulssijonon ja suorittavat kytkennät. Lähettimien kalleuden vuoksi järjestelmä tulee kyseeseen vain silloin, kun laitteita tarvitaan myös esimerkiksi sähkölämmityksen ohjaukseen. Huomattavasti edullisempi on järjestelmä, jossa kalliiden lähettimien sijasta käytetään keskusohjausyksiköitä (ohjelmoitava vuosikello). Molemmat järjestelmät soveltuvat hyvin myös ajoittaiseen sammuttamiseen.

#### — Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen

##### • Kaksiportainen ohjaus

Ryhmän valaisimet kytketään kahteen virtapiiriin. Toinen näistä virtapiireistä kytketään irti verkosta yön ajaksi. Kaksiportainen ohjaus voidaan toteuttaa jakamalla 3-vaiheinen verkko kaksiportaiseksi, jolloin jännitteen alennus kasvaa noin 1,5-kertaiseksi tai rakentamalla uusi verkko kaksoiskaapeleilla, jolloin kuormitus säilyy symmetrisenä. Kaksoiskaapeloitu verkko on kalliimpi kuin 3-vaiheisen verkon jakaminen. Ohjaus tapahtuu kytkemällä haluttu virtapiiri pois päältä joko kellolaitteen avulla tai verkkokäskyohjausta käyttäen.

##### • Ohjausviestijärjestelmä

Järjestelmä käsittää keskusohjausyksikön, keskuksiin asennettavat siirtolähtimet sekä valaisinpylväisiin asennettavat vastaanottimet. Järjestelmän avulla on mahdollisuus aikaansaada 2- tai useampiportaisia ohjauksia. Järjestelmään on tulossa vastaanottimia, joilla "kiinni-auki"-käskyn lisäksi pystytään pienentämään lampun ottamaa tehoa.

##### • Ohjaus tyristorihimmentimillä

Tievalaistuskäyttöön suunnitelluilla himmentimillä on mahdollisuus himmentää elohopea- ja suurpainenaatriumlamppuja. Pienpainenaatriumlampujen himmentäminen ei vielä onnistu. Himmentimet sijoitetaan tievalaistusta syöttäviin keskuksiin ja niitä valmistetaan useammille teholuokille. Himmentimien etuna on valaistuksen hyvänä säilyvä tasaisuus. Himmentimien haittana on valovirran pieneminen nopeammin kuin lampun ottama teho.



#### • Erikoisohjaukset

Jokainen valaisin tai valaisinpylväs varustetaan omalla ohjauslaitteella (esim. valokennolla). Tämä ohjaustapa saattaa tulla kyseeseen suurien mastovalaisinyksiköiden ohjauksissa tai kun valaisinpylväysyksiköillä on huomattavasti toisistaan poikkeavat käyttöolosuhteet.

Myös kaksilamppuiset valaisimet tai kaksitehokuristimet saattavat pylväsvälien kasvaessa tulla kysymykseen. Järjestelmät vaativat kaksi ohjausvirtapiiriä. Yön ajaksi toinen kaksilamppuisen valaisimen lampuista kytketään pois päältä. Kaksitehokuristinjärjestelmässä lampun ottama nimellisteho pudotetaan yön ajaksi yhtä porrasta alemmaksi (esim. 250W:sta 125W:iin). Molemmissa järjestelmissä valaistuksen tasaisuus säilyy muuttumattomana.

#### Tehon kulutus ja käyttöaika

Tievalaistustalaitteiston tehonkulutuksella tarkoitetaan lampujen ja liitäntälaitteiden yhteenlaskettua kuormitustehoa sekä johtoverkossa ja laitteissa syntyviä tehohäviöitä.

Tievalaistuksen käyttöajaksi oletetaan laskelmassa 4000 h/vuosi. Pilvisyyden, hämäräkytkimen säädön yms. tekijöiden vuoksi tievalaistuksen vuotuinen käyttöajan vaihtelu on  $n. \pm 100$  h.

### 1.352 JOHTOVERKKO

Johtoverkko on yhtenäinen kaapeli- tai johtoverkko, jolla on sama nimellisjännite ja jonka johtimilla on metallinen yhteys keskenään.

Tievalaistuksen johtoverkko jaotellaan seuraavasti:

- liittymisjohto,
- pääjohto,
- nousujohto,
- ryhmäjohto,
- valaisinjohto ja
- ohjausjohto.

Johdinpohjapintojen tulisi, jos mahdollista olla A-luokan suosituimmuskaapelien mukaisia.

Liittymisjohdolla tarkoitetaan jakeluverkon ja pääkeskuksen päävarokkeiden välistä johtoa. Liittymisjohto voi olla joko maakaapeli tai ilmajohto olosuhteiden ja sähkölaitoksen käytännön mukaisesti.

Yleisimmät maakaapelit ovat tyyppiä AMCMK (tai APAKM) poikkipintojen vaihdella 70...185 mm<sup>2</sup>.

Liittymisjohdon ollessa ilmajohto käytetään yleisesti AMKA-tyyppisiä riippukierrejohtoja kokojen vaihdella 16...120 mm<sup>2</sup> välillä.

Pääjohto on nousukeskusta syöttävä johto. Pääjohto voi olla joko maakaapeli tai ilmajohto olosuhteiden mukaan. Johtotyyppi on sama kuin liittymisjohdolla.

Nousujohto on ryhmäkeskusta syöttävä johto.

Tunneli- ja sillanalusvalaistuksen ryhmäkeskusten nousujohtoina käytetään MCMK-tyyppisiä maakaapeleita poikkipinnoiltaan 10 mm<sup>2</sup>.

Erillisalueiden ryhmäkeskuksia (esim. valaistavan tieosan ulkopuolella oleva liikennemerkkiryhmä) syöttävinä johtoina käytetään samaa johtotyyppiä kuin tievalaistustakin varten (maakaapeli tai ilmajohto). Jos maakaapeliasennuksessa nousujohdon poikkipinta on  $\geq 16$  mm<sup>2</sup>, tulee käyttää AMCMK-alumiinikaapelia, muussa tapauksessa 10 mm<sup>2</sup>:n MCMK-kaapelia. Ilmajohtoasennuksessa käytetään samaa johtotyyppiä kuin ryhmäjohtoisissa (AMKA).

Ryhmäjohtolla tarkoitetaan valaisinryhmiä syöttävää johtoa. Ryhmäjohtot voidaan jakaa asennustavan mukaan maakaapeleihin ja ilmajohtoihin.

Maakaapelia käytetään lähinnä metallipylväsasennusten yhteydessä ja puupylväsasennusten yhteydessä rautateiden alituksissa. Maakaapelia käytetään myös puupylväsasennusten yhteydessä, jos teiden ylityksissä vapaa kulkukorkeus jänne- kohdalla jää liian pieneksi tai energia- ja puhelinlaitosten linjat risteilykohdissa asettavat ilmalinjan rakentamiselle esteitä. Samoin pienisäteisissä kaarteissa tai alueilla, joissa haruksien ja tukipylväiden sijoittaminen on mahdotonta tai hankalaa on usein tarkoituksenmukaisempaa käyttää kaapelointia.

Maakaapeleina tulee käyttää AMCMK-alumiinikaapeleita koon vaihdella 16...35 mm<sup>2</sup>.

Liikennemerkkivalaistuksen ryhmäkaapelina käytetään kuparikaapeleita, koska liikennemerkkipylväiden kytkentätila on hyvin rajoitettu (alumiinikaapeli on jäykempää, kaapelin halkaisija suurempi ja liittimet vaativat useimmiten suuremman tilan). Liikennemerkkikaapeleina käytetään MCMK 1 x 10 + 10 tai MCMK 3 + 10 + 10 riippuen siitä, syötetäänkö liikennemerkkit 1- vai 3-vaiheisesti.

Ilmajohtoa käytetään useimmiten puupylväsasennuksen yhteydessä sekä eräissä erikoisasennustavoissa esim. ristikkopylväiden kanssa.

Ilmajohtoina käytetään riippukierrejohtoa tyyppiä AMKA johdon poikkipinnan vaihdella 16...35 mm<sup>2</sup>.

Tunneli- ja sillanalusvalaistuksessa, jos mahdollista, pyritään uppoasennukseen. Johtoina käytetään 1,5 mm<sup>2</sup>:n muovivaippakaapelia tyyppiä MMJ sekä uppo- että pinta-asennuksessa.

Valaisinjohtolla tarkoitetaan valaisinta syöttävää johtoa tai myös samassa valaisimessa eri lampuja tai lamppuryhmiä syöttävää johtoa.

Valaisinjohtoina käytetään MMJ-tyyppistä asennusjohtoa poikkipinnaltaan 2,5 mm<sup>2</sup>.



Jos samassa pylväässä on useampia valaisimia, nämä tulee kytkeä eri vaiheille siten, että vierekäiset lamput toimivat eri vaiheilla. Kukin vaihe viedään pylväässä omalla valaisinjohdolla.

Kun valaisinjohton vapaa riippuma on  $\geq 12$  m, on käytettävä kannatinvaijerilla varustettuja kaapeleita (esim. MMJK).

Usein joudutaan kukin mastovalaisin varustamaan suuren tehontarpeen vuoksi omalla ryhmäkeskuksella. Tällöin maston valaisimille nousevat johdot kuuluvat edelliseen kohtaan "ryhmäjohdot".

Ohjausjohdolla tarkoitetaan tievalaistuksen syttymistä ja sammumista ohjaavaa johtoa.

Ohjausimpulssi pyritään tuomaan liittymisjohton mukana sähkölaitoksen valaistusverkosta pääkeskukseen erillistä ohjausjohtoa käyttäen tai käyttämällä liittymisjohtoa, jossa ohjausjohdot ovat rakenteellisesti liittymisjohtossa mukana.

Erillisinä ohjausjohtoina käytetään maakaapeliasennuksessa kaapelia MCMK  $1 \times 2,5 + 2,5$ . Ilmajohtoasennuksessa tulee ohjausjohton olla AMKA-riippukierrejohtoa  $1 \times 16 + 25$ .

### 1.353 MAADOITUS

Maadoittamisella tarkoitetaan virtapiirin tai laitteen johtavan osan metallista yhdistämistä maadoituselektrodiin.

Rakenteena maadoitus on maadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin muodostama kokonaisuus.

Maadoitukset suoritetaan sähköturvallisuusmääräysten julkaisun A1 11 §:n mukaisesti. Keskusten käyttömaadoitukset tehdään paikallisen sähkölaitoksen kuluttajaliittymän maadoitusta koskevien ohjeiden mukaan. Valaisinketjutuksissa käytetään aina erillistä suojajohdinta.

Tievalaistuksessa maadoitusjohtimena käytetään  $16 \text{ mm}^2$ :n kirkasta kupariköyttä ja maadoituselektrodina kupariputkia tai -sauvoja.

### 1.354 KOJEISTOT JA LAITTEET

Kojeistoilla ja laitteilla tarkoitetaan tievalaistuksen sähköverkkoa syöttäviä keskuksia, koteloida, putkipylväskalusteita ja valaisimia.

Kojeistot ja laitteet ryhmitellään seuraavasti:

- pääkeskukset,
- nousukeskukset,
- ryhmäkeskukset,
- putkipylväskalusteet ja siirtymäkotelot,
- valaisimet ja
- loistehon kompensointilaitteet.

**Pääkeskus** on tievalaistuksen jakokeskus, joka sisältää päävarokkeet. Lisäksi pääkeskuksessa on pääkytkin, ryhmäsulakkeet, valintakytkin, apu- ja ohjauskontaktorit sekä mahdolliset kWh-mittarit laitteineen tai käyttötuntilaskijat. Rakenteeltaan pääkeskukset ovat jakokaappeja tai kotelokeskuksia.

Jakokaappi on omalla jalustallaan seisova joko metallilevystä tai lasikuidusta tehty yhtenäinen kaappi.

Jakokaapin tulee olla standardin SFS 2533 mukainen kaapelijakokaappi ja jalustan SFS 3534 mukainen. Jakokaapin avain standardin SFS 2851 mukaan.

Kaapin sisällä olevat kojeet ja laitteet tulee koteloida. Kotelointiluokan tulee olla vähintään IEC IP23 (sateenpitävä).

Jakokaappia käytetään useimmiten, kun liittymis- ja/tai ryhmäjohtoina on maakaapeli.

Kotelokeskus on koottu yhdestä tai useammasta kosteussuojatusta kotelosta. Kotelot valmistetaan teräslevystä, muovista tai silumiinista. Kotelointiluokan tulee olla vähintään IEC IP34 (roiskeveden pitävä).

Kotelokeskuksia käytetään useimmiten, kun asennustapana on riippukierrejohto.

**Nousukeskus** on ryhmäkeskuksia syöttävä jakokeskus.

Nousukeskus on rakenteeltaan ja kalusteiltaan samanlainen kuin pääkeskus (jakokaappi tai kotelokeskus).

**Ryhmäkeskus** on valaisinryhmiä syöttävä jakokeskus.

Ryhmäkeskus on rakenteeltaan pylvääseen tai siltarakenteeseen asennettu kotelokeskus tai maahan asennettu jakokaappi.

Ryhmäkeskuksia ovat:

- siltojen ja tunnelien kotelokeskukset,
- mastovalauksen ryhmäkeskukset ja
- erillisalueiden ryhmäkeskukset.

**Putkipylväskalusteella** tarkoitetaan sitä pylvään sisälle asennettavaa laiteyhdistelmää, jossa ryhmäjohto vaihdetaan valaisinjohtoksi.

Putkipylväskaluste käsittää rungossa tai erillisessä kalusteena olevan varokkeen tai varokkeet ja johtojen kytkemistä varten tarvittavat liittimet.

Putkipylväskalusteen kotelointiluokan on oltava vähintään IEC IP20 (kosketussuojainen).

**Siirtymäkotelolla** tarkoitetaan pylvään pinnalle asennettavaa koteloa. Kotelo käsittää tarpeelliset johtojen liittimet maakaapelin vaihtamiseksi MMJ-kaapeleiksi. Siirtymäkotelon kote-

lointiluokan tulee olla vähintään IEC IP34 (roiskeveden pitävä).

Siirtymäkoteloita käytetään lähinnä puupylväissä ja silloissa maakaapelasennuksen vaihtuessa MMJ-asennukseksi.

Valaisin on sähkötekniikassa mielessä kokonaisuus, johon kuuluu lamppu pitiminen, lampun syttymiseen ja palamiseen tarvittavat kytkentä- ja liitäntälaitteet, kompensointi- ja häiriönpoistokondensaattorit sekä maadoitusliittimet.

Valaisimen kotelointiluokan tulee olla vähintään IEC IP23 (sateen pitävä).

Valaisimien ominaisuudet ja rakenne on käsitelty kohdassa 1.32.

Kaasupurkauslamput tarvitsevat kuristimen tai hajakenttämuuntajan. Poikkeuksen muodostavat sekavalolamput. Suurpainenaatriumlamput tarvitsevat yleensä lisäksi sytytinlaitteen.

Valaisimien tulee olla TVH:ssä tarkastettuja ja hyväksyttyjä.

Loistehon kompensoinnilla tarkoitetaan tievalaistuksessa pääasiassa kuristimessa syntyvän induktiivisen tehohäviön poistamista.

Loistehon kompensointi voidaan suorittaa valaisinkohtaisesti tai keskitetysti.

Valaisinkohtaisessa kompensoinnissa kondensaattori kytketään valaisimen liitäntälaitteiden yhteyteen.

Suurten valaistusverkkojen loistehon kompensoinnissa voidaan myös käyttää keskitettyä kompensointia, jolloin muuntamon tai pääkeskuksen yhteyteen asennetaan yhteinen kondensaattoriyksikkö tai -yksiköitä.



## 1.4 Valaistusperiaatteet

### 1.40 Yleistä

Valaistusperiaatteilla tarkoitetaan valaistuslaitteiden sijoittamista tien poikkileikkaukseen ja suuntaukseen nähden tieosilla, liittymissä, tiehen kuuluvilla alueilla, tunneleissa ja silloilla siten, että valaistusteknillisten vaatimusten puitteissa ja mahdollisimman pienillä vuosikustannuksilla parannetaan liikenneturvallisuutta. Samalla on otettava huomioon liikennöitävyyden ja ajomukavuuden, yleisen järjestyksen ja turvallisuuden sekä ympäristövaikutusten parantaminen.

Tievalaistus on suunniteltava niin, että tienkäyttäjät voivat nähdä tiellä olevat mahdolliset esteet sekä itse tien lähiympäristöineen. Valaistuksen tulee toimia myös optisena ohjauksena.

Valaistustyyppit ryhmitellään valaisimien sijainnin ja kiinnitystavan perusteella. Kokonaisvaikutuksiltaan edullisin tyyppi valitaan jäljempänä esitettyjen näkökohtien perusteella. Ratkaisut voivat yksityiskohdissaan olla erilaiset maaseudulla ja taajamissa tai maantieteellisesti erilaisilla seuduilla, vaikka tiet muuten ovat samoihin tai vastaaviin toiminnallisiin luokkiin kuuluvia.

### 1.41 Valaistustyyppit

Valaisimien ja pylväiden sijoitus riippuu monesta eri tekijästä, joiden yhteisvaikutuksesta valitaan lopullinen, tarkoituksenmukaisin ratkaisu. Sijoitusperiaatteisiin vaikuttavat tekijät ovat:

- tien toiminnallisen luokan edellyttämät valaistusteknilliset vaatimukset (kohta 1.2),
- valaistuslaitteiden rakenne (kohta 1.3),
- valaistustyyppin soveltuminen tien ja liikenteen luonteeseen teknillisen laatutason, optisen ohjauksen ja ulkonäön kannalta,
- taloudellisuus,
- valaistuslaitteiden sopeutuvuus ympäristöön kohtuullisten esteettisyysvaatimusten puitteissa,
- saman liikenneväylän eri aikoina toteutuvien valaistuksien muodostuminen toisiinsa liittymässään laadultaan ja rakenteeltaan jatkuvaksi kokonaisuudeksi sekä
- valaistustyyppin valintaa rajoittavat tekijät, kuten voimajohtolaitteiden suojaetäisyydet, vesijohdot ja viemärit, perustamisolosuhteet, kunnossapitokalusto, lentokenttien suojaetäisyydet jne.

#### 1.411 VALAISIMIEN SIJAINTI

Valaisimet voidaan sijoittaa poikkileikkaukseen seuraavilla tavoilla, jotka samalla muodostavat tievalaistuksen perustyyppit, kuva 1:

- yksirivinen reunasijoitus,
- vuorottainen reunasijoitus,
- vastakkainen reunasijoitus,
- keskikaista-asennus ja
- keskitieasennus.

Tieosilla ja yleensä myös tiehen kuuluvilla alueilla valaisimet sijoitetaan yhteen pylväsjonoon (yksirivinen reunasijoitus, keskikaista-asennus). Jos on käytettävä kaksirivistä reunasijoitusta, valitaan vastakkainen sijoitus ennen vuorottaista. Yleisperiaatteista voidaan poiketa liittymissä tai alueilla, joissa ajorata on lyhyellä matkalla tyyppipoikkileikkausta leveämpi.

Valaisimet tulee sijoittaa kohtisuoraan tietä vastaan alueille, jotka on osoitettu kuvassa 1, ellei laskelmin osoiteta muuta sijaintia perustelluksi. Valaisimet sijoitetaan siten, että heijastuskuviot tulevat pääosin ajoradalle. Heijastuskuvio on lyhyt ja leveä, jos päällyste on karkea sekä pitkä ja kapea, jos päällyste on peilimäinen (sileäksi kulu- nut tai märkä). Kaikkien valaisimien aiheuttamat heijastuskuviot muodostavat yhdessä ajoradalle luminanssimallin, joka riippuu myös katselijan paikasta. Kun valaisimet sijoitetaan ajoradan taakse tai ulkokaarteeseen, heijastuskuviot tulevat ajoradalle. Sen sijaan suoralla tiellä kauaksi ajoradan ulkopuolelle tai pienisäteiseen sisäkaarteeseen asennettujen valaisimien heijastuskuviot lankeavat pääosin ajoradan ulkopuolelle; kuva 2.

Asennuskorkeutta määrittäessä tulee ottaa huomioon:

- tien toiminnallinen luokka,
  - Mitä korkealuokkaisempi tie sitä parempi valaistusluokka. Tämä edellyttää suurta valovirtaa, josta saadaan suurin hyöty ja pienin häikäisy isoilla asennuskorkeuksilla.
- ajoradan leveys,
  - Asennuskorkeus on suoraan verrannollinen leveyteen.
- valaistustyyppi,
  - Yksirivinen reunasijoitus vaatii suuremman korkeuden kuin vastakkainen tai vuorottainen.
- varsipituus,
  - Jos valaisin on ajoradan ulkopuolella tarvitaan suurempi korkeus kuin valaisimen ollessa ajoradan yläpuolella.
- valovirta,
  - Valonlähteet, joilla on iso valovirta asennetaan korkealle.
- kunnossapitokalusto,
- nykyiset valaistustyyppit,
- standardipylväiden käyttömahdollisuus,
- ympäristötekijät,
- vaijeriasennuksessa mahdollisuus kiinnittää talojen seiniin,
- vapaa alikulkukorkeus ja
- suojaetäisyydet muihin rakenteisiin.

Taulukossa 1 on esitetty erityyppisillä teillä käytettävät asennuskorkeudet. Eritasoliittymissä tms. alueilla on mastovalaistuksen kannattavuus tarkistettava (optinen ohjaus, häiritsevä ulkonäkö erikoisesti päivällä).



Tie	Asennuskorkeus (m)
Moottoritie	12, 15
Moottoriliikennetie	10, 12
Ramppi	10, 12
2-ajorainen maantie	10, 12, 15
4-kaistainen maantie	10, 12, 15
2-kaistainen maantie	8, 10, (12)
2-kaistainen paikallistie	6, 8
Jk- ja pp-tie	(4), 6, 8
I lk pääkatu	10, 12, 15
II lk pääkatu	8, 10
Kokoojakatu	8, 10
Tonttikatu	6, 8

Taulukko 1.  
Asennuskorkeus erityyppisillä teillä.

- Varsipituus riippuu seuraavista tekijöistä:
- asennuskorkeus,
    - Mitä suurempi asennuskorkeus sitä kauempana ajoradan ulkopuolella valaisin voi olla.
  - valaisimen valonjako,
    - Mitä symmetrisempi valonjako sitä keskemällä tietä valaisimen on oltava.
  - päällysteen heijastusominaisuudet,
    - Peilimäisillä päällysteillä valaisimen tulisi olla lähempänä ajoradan keskilinjaa.
  - tien suuntaus,
    - Sisäkaarteissa olevat valaisimet tulee sijoittaa lähemmäksi keskilinjaa kuin ulkokaarteissa olevat.

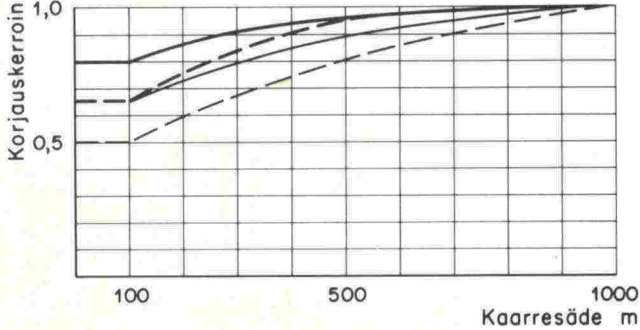
Valaisimien keskinäinen etäisyys tien pituussuunnassa, pylväsväli, riippuu samoista tekijöistä kuin sivusuunnassa. Pylväsvälin ja asennuskorkeuden suhde on valittava mahdollisimman suureksi alittamatta valaistusteknillisiä vaatimuksia. Nykyisillä valaisimilla suhde vaihtelee 3,5:1—6:1.

Tieosien pylväsväli mitoitetään teoreettisesti olettaen tie suoraksi. Mitoitusmenetelmät ja apuvälineet selostetaan kohdassa 1.51. Valaisimien ja pylväiden sovittaminen aloitetaan pakkopisteistä:

- tasoliittymät,
- tonttiliittymät,
- suojatiet,
  - Valaisimet sijoitetaan siten, että heijastuskuviot sijoittuvat autoilijan kannalta tarkoituksenmukaisesti, jalankulkijat näkyvät vaaleina tummaa taustaa vasten.
- sillat,
  - Valaisimet on sijoitettava niin kauaksi sillasta, että alittavalle tielle ei tule jyrkkiä varjoja.
- kaarresäteet,
  - Pienisäteisissä kaarteissa teoreettista pylväsväliä pienennetään kuvan 3 mukaisesti.
- muut rajoitukset: ylittävät johdot, tien rakenteessa olevat johdot ja rummut, isot liikenne-merkkiryhmät.

Vapailla osuuksilla pylväsväli pyritään pitämään teoreettisena. Sitä ei saa mainittavasti ylittää, pyöristäminen tehdään alaspäin. Jos muutos on suuri, on luminanssin liiallinen nousu estettävä esim. lampputehoa pienentämällä tai mitoittamalla kokonaan uudestaan.

Valaisimien kallistuskulmana käytetään sitä valmistajan ilmoittamaa kulmaa, jolle valaisin on suunniteltu. Muussa tapauksessa valaistusteknilliset suureet, erikoisesti häikäisy, eivät täytä tarkoitettuja vaatimuksia. Nykyaikaiset valaisimet on suunniteltu 5° kulmalle. Lisäksi on varren pysyvät muodonmuutokset otettava huomioon.



Valaisimen sijainti	
—	ulkokaarteissa, päällysteluokat R1, R2 ja C1
—	" " " R3, R4 ja C2
—	sisäkaarteissa, " " R1, R2 ja C1
—	" " " R3, R4 ja C2

Kuva 3.  
Pylväsvälin korjauskerroin.

#### 1.412 PYLVÄIDEN SIJAINTI

Pylvään sijainti ja etäisyys ajoradan reunasta määräytyy liikenneturvallisuuden, valaistustyyppin ja ulkonäön perusteella. Pylväs on yleensä sijoitettava sellaiselle etäisyydelle, ettei se mainittavasti vaikuta suistumisonnettomuuksien seurauksiin. Riippuen tien sijainnista, käyttönopeudesta tai nopeusrajoituksesta ja pylvään rakenteesta, pylvään ja tienreunan välisen etäisyyden tulisi täyttää taulukon 2 vähimmäisvaatimukset.

Pylväiden paikkaa määrättäessä tulee noudattaa seuraavia sääntöjä:

- Pylväiden tulee sijaita vähintään 1,5 m etäisyydellä pientareen reunasta.
- Pylvään tulee sijaita veden virtaamista varten riittävän etäällä, kuitenkin vähintään 0,5 m etäisyydellä ojan pohjasta. Kallioleikkauksissa tulee sivuojan syvimmällä kohdalla olla riittävä, vähintään 0,5 m vapaa tila.

Toiminnallinen luokka	Käyttönopeus	Jäykkäpylväs (m)	Myötäväpylväs (m)
Moottoriväylät	> 80	4	2
	≤ 80	3	2
Valtatiet	≤ 90	2,5	1,5
Kantatiet	≤ 80	2,5	1,5
Seudulliset tiet	≤ 70	2	1
Kokooja- ja yhdystiet	≤ 60	2	1
Jk-pp-tie		0,5	
Pääkadut		2,5	1,5
Kokoojakadut		1,5	1
Tonttikadut		1	

Taulukko 2.  
Pylvään ja tien reunan välinen vähimmäisetäisyys.

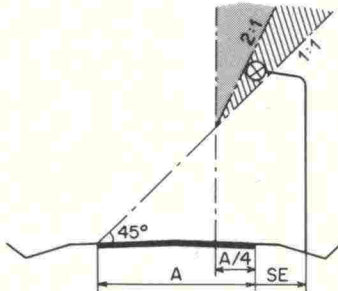


# Valaistusperiaatteet

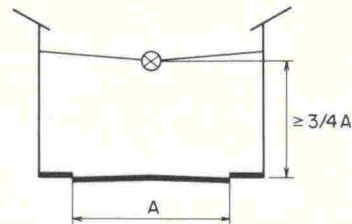
## Valaistustyytit

### A. YKSIAJORATAISET TIET

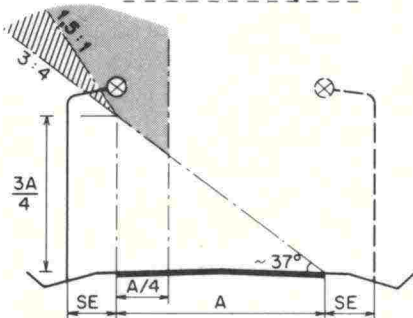
A1. Yksirivinen reunasijoitus



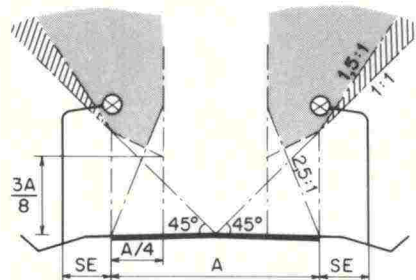
A2. Yksirivinen vaijerikiinnitys



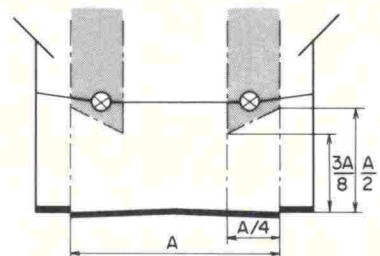
A3. Kaksirivinen vuorotainen reunasijoitus



A4. Kaksirivinen vastakainen reunasijoitus

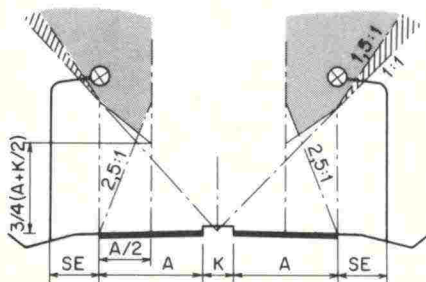


A5. Kaksirivinen vaijerikiinnitys

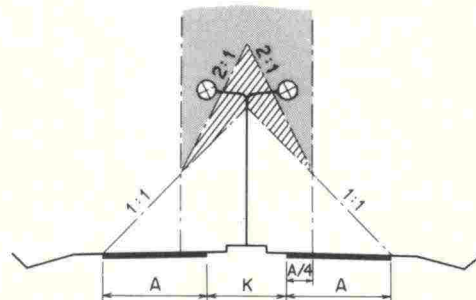


### B. KAKSIAJORATAISET TIET

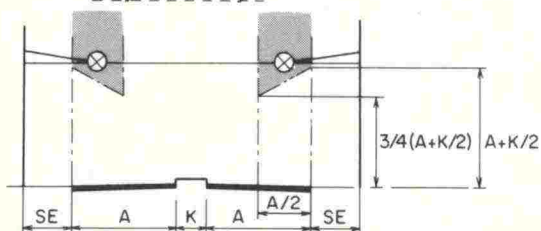
B1. Kaksirivinen vastakainen reunasijoitus



B2. Keskikaista-asennus



B3. Kaksirivinen vaijerikiinnitys



A = Ajoinata

SE = Pylvään sivuetäisyys

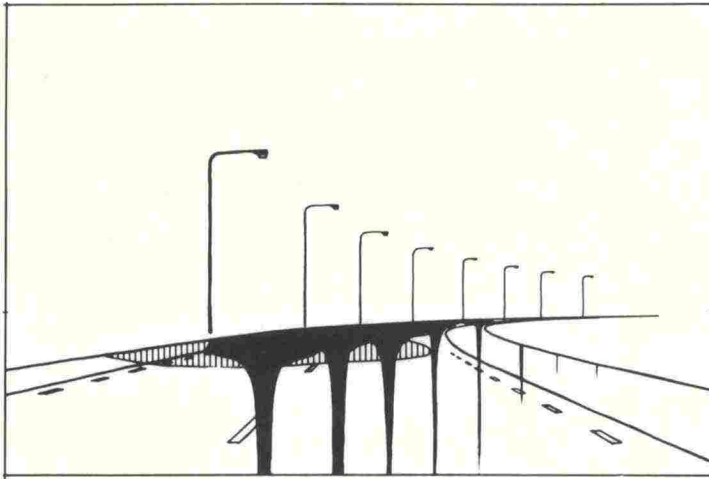
K = Keskikaista + sisäpientareet

■ SUOSITELTAVA VALAISIMEN SIOITUS  
 ▨ HYVÄKSYTTÄVÄ VALAISIMEN SIOITUS

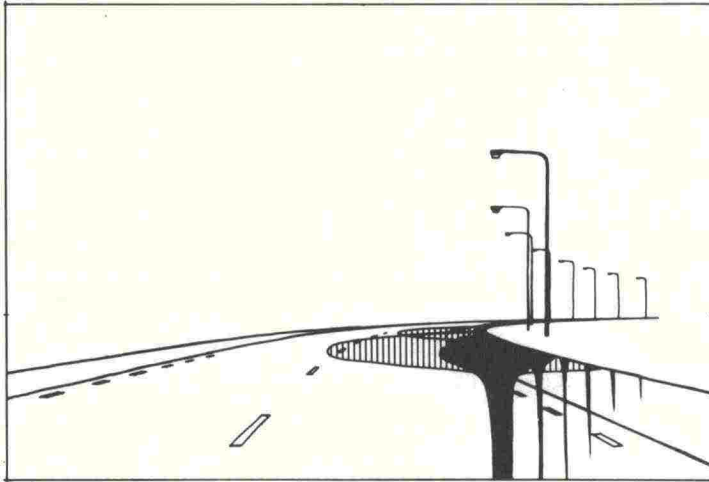
Kuva 1

## Valaistusperiaatteet

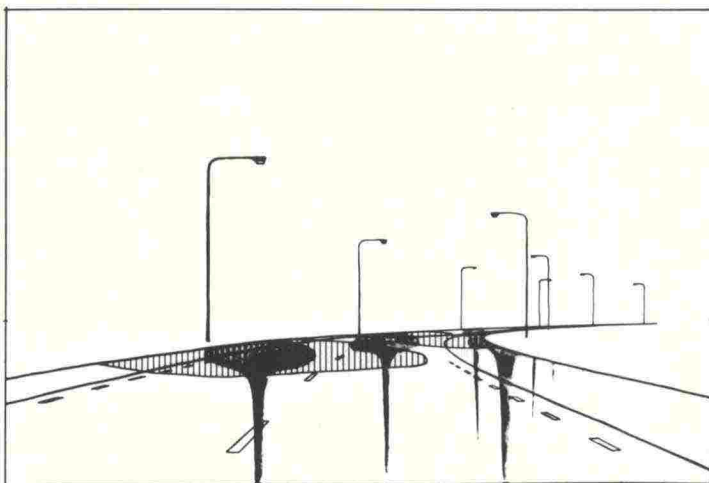
### Heijastuskuviot tien pinnalla



Yksirivinen reunasijoitus ulkokaarteissa



Yksirivinen reunasijoitus sisäkaarteissa



Vuorottainen reunasijoitus

Heijastuskuvioden sijainti valaisimien sijainnista ja päällysteen laadusta riippuen. Viivoitettu alue, kun päällyste on karkea tai kuiva. Varjostetut kuviot tulevat sileälle tai märälle päällysteelle.

Kuva 2



- Jos tien pylväsjonon puoleisella reunalla on kaide, sijoitetaan pylvää kaiteen ulkopuolelle 0,5 m vähimmäisetäisyydelle johteen pinnasta.
- Silloilla tulee johteen etureunan ja pylvään välisen etäisyyden olla  $\geq 20$  cm.
- Pylvään tulee sijaita yleensä jalkakäytävän ja polkupyörätien ulkopuolella vähintään 0,50 m etäisyydellä niiden reunasta.
- Moottoriteillä ja muilla 2-ajorataisilla teillä, joiden käyttönopeus  $\geq 60$  km/h, keskikaista-asennuksen pylvää laitetaan kaiteiden väliin. Tällöin pylvään ja johteen välinen etäisyys  $\geq 0,5$  m.
- Liittymissä tulee välttää pylväiden sijoittamista pienehköihin saarekkeisiin. Jos kuitenkin valaistuksen toteuttaminen muulla tavoin on vaikeaa, voidaan pylvää sijoittaa liikennesaarekkeisiin edellyttäen, että pylväiden vähimmäisetäisyys ajoradan reunasta noudattaa edellä esitettyjä sääntöjä.

## 1.42 Optinen ohjaus ja ulkonäkö

Tievalaistuksen suunnittelussa on valaisimien ja pylväiden sijoituksen oltava sellainen, että tien käyttäjä saa pimeällä oikean käsityksen tiestä ja sen lähiympäristöstä, tien jatkuvuudesta, kaarteista ja tasauksesta ja että häntä varoitetaan liittymistä ja liikenteen järjestelyistä (suojatiet, saarekkeet jne). Lisäksi pyritään valaistustyyppin valinnalla korostamaan erilaisten teiden toiminnallista luokkaa. Valaistuksen päättymiskohdissa on valaistuksen ja tien linjauksen oltava johdonmukaisesti suunniteltu ja tien jatkuvuutta on korostettava reunapaaluilla. Optisen ohjauksen kannalta epäilyttävisissä kohdissa pylväiden sijainti tulee tutkia perspektiivikuvien avulla.

Yleisiä suunnitteluperiaatteita ovat:

- Valaisimien ja pylväiden muodostamat jonot ovat yhdensuuntaisia tielinjan kanssa. Lyhyisiin ajoradan levennyksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota (ryhmityskaistat, pysäkit).
- Valaisimet ja pylvää on sijoitettava siten, että valaisinjonot syntyvät mahdollisimman vähän ja että ne erottuvat selvästi toisistaan.
- Kun kaarresäde on  $< 500$  m, valaisimet ja pylvää sijoitetaan ulkokaarteeseen (1-rivinen ja vuorottainen reunasijoitus). Peräkkäisissä lyhyissä kaarteissa, joissa tarvitaan enintään kolme pylvää, valaisinjonot ei ulkonäön takia siirretä ulkokaarteeseen. Tällaisella kohdalla ja keskikaista-asennuksessa tulee ulkokaarteeseen tarvittaessa laittaa reunapaaluja. Eritasoliittymissä otetaan huomioon ramppien vaikutus toisiinsa. Samassa toiminnallisessa luokassa olevilla teillä tulee käyttää yhtenäisiä tai samankaltaisia periaatteita.
- Optinen varoittaminen voidaan järjestää liittymiin esim. katkaisemalla valaistustyyppin jatkuvuus.
  - siirrytään keskikaista-asennuksesta 2-riviseen reunasijoitukseen,
  - siirrytään 1-rivisestä vuorottaiseen tai vastakaiseen reunasijoitukseen,

- lisätään asennuskorkeutta tai
- käyttämällä erivärisiä valoja. Yleensä riittää, jos liittyvillä teillä on erivärinen valo — päätie jatkuu yhtenäisenä.
- Tievalaistusta ei lopeteta pienisäteisen kaaren osuudella, jyrkässä mäessä tai juuri ennen liittymää.
- Valaisimia ei saa siirtää toiselle puolelle tietä kaarteissa tai optisen ohjauksen kannalta harhaanjohtavissa paikoissa.
- Eritasoliittymien rampeilla voidaan risteävien teiden valaistuksesta riippuen valonväreä käyttää opastuksen korostamiseen. Ellei tämä ole mahdollista, rampeilla käytetään samoja lamppeja kuin päätiellä.

Kuvissa 4 ja 5 on esimerkkejä optisesta ohjauksesta.

Ulkonäön kannalta tievalaistus on suunniteltava siten, että se täyttää tien käyttäjän ja ympäristön esteettisyysvaatimukset ja että se sulautuu tien lähiympäristöön valoisana ja pimeänä aikana. Suunnittelussa huomioon otettavat esteettisyys-tekijät ovat:

- Valaistuslaitteet eivät saa tulla korostetusti esiin valoisana aikana. Järeät pylvää ja suuret valaisimet antavat raskaan vaikutelman.
- Tievalaistus ei saa häiritsevästi valaista lähellä olevia rakennuksia ja asuntoalueita.
- Valaistuslaitteiden mittojen on oltava oikeassa suhteessa tiehen ja ympäristöön nähden.
- Valaisin- ja pylväsjonon on oltava yhdensuuntainen tien linjan ja tasauksen kanssa.
- Erityyppisten valaistuslaitteiden käyttöä samalla tieosuudella on vältettävä.
- Valaistuslaitteiden on oltava sopusoinnussa siltojen kanssa.
- Pienpainenaatriumlamppeja käytetään vain moottoriajoneuvoille tarkoitetuilla teillä: moottoriväylillä, 2-ajorataisilla, eritasoliittymien varustetuilla valta- ja kantateillä.
- Valon väriä saa muuttaa yhtenäisellä tiejaksolla vain erittäin painavista syistä.
- Valaisinvarren suhde asennuskorkeuteen  $\leq 0,3$ .
- Kallistuskulma on tavallisesti  $5^\circ$ .
- Ilmajohdot sopivat maaseutuympäristöön tai tummaa taustaa vasten.
- Myös kuumasinkitty pylväs voidaan joutua maalaamaan ulkonäkösyistä.

Kuvissa 6, 7, 8 ja 9 on esimerkkejä valaistuksen ulkonäköseikoista.

## 1.43 Tiet

Teiden valaisemiseen on käytettävissä kuvan 1 osoittamat valaistustyyppit. Kulloinkin käytettävä tyyppi valitaan seuraavien tekijöiden avulla:

- tien toiminnallinen luokka ja poikkileikkaus,
- sijainti — maaseudulla vai taajamassa,
- pylväiden käyttömahdollisuus tiealueella,
- vaijerit talojen välille,
- suunniteltavan kohteen liittyminen nykyisiin valaistustyyppihin,



- käyttö- ja kunnossapitönäkökohdat,
- ulkonäkötekijät ja
- paikalliset olosuhteet.

Erikoistilanteissa voivat perustyyppien yhdistelmät olla käyttökelpoisia. Valaistavan yhtenäisen tieosan vähimmäispituus on 300 m.

#### 1.431 YKSIAJORATAISET TIET

##### Valaistustyyppin valinta

Ensisijainen valaistustyyppi yksiajorataisella tiellä on A1, yksirivinen reunasijoitus, joka toteutetaan varsipylväillä. Talojen sijaitessa välittömästi tiealueen rajoilla tai puiden kätkiessä varsipylväät voidaan käyttää tyyppiä A2, yksirivinen valjakeriinnitys.

Jos asennuskorkeutta ei saada riittävän suureksi poikkileikkaukseen nähden, käytetään tyyppiä A4, A5 tai mahdollisesti A3. Seuraavat seikat voivat rajoittaa asennuskorkeutta:

- tie on monikaistainen,
- sovittaminen nykyiseen valaistukseen,
- ulkonäkö ja
- tien ulkopuoliset rajoitukset tai esteet (korkeajännitejohdot, laskeutumis sektorit).

Maaseudulla ja tilapäisasennuksissa käytetään puupylväitä ja ilmajohtoja. Taajamissa ja eritasoliittymissä käytetään metallipylväitä ja maakaapeleita.

##### Mukautumisalueet

Mukautumisalueet tarvitaan valaistusluokissa A, B ja C. Alue sijoitetaan suoralle tieosalle tai kaarteeseen, jonka säde on vähintään  $1,5 \times$  mitoitusnopeuden edellyttämä minimisäde. Jos kaarresäde on pienempi, tulee mukautumisalue järjestää kaarteeseen jälkeen tai alueen pituuden verran ennen kaarretta.

Mukautumisalueiden teoreettinen pituus on esitetty taulukossa 3. Käytännössä pituus voi ylittyä pylväsvälistä riippuen.

Valaistusluokka	Mitoitusnopeus (km/h)				
	≥ 120	100	80	60	50
A	300	220	170	130	100
B	200	160	125	100	75
C	130	110	85	65	50
D—F	—	—	—	—	—

Taulukko 3.

Mukautumisalueen pituus (m).

Yksirivisen mukautumisalueen valaistustyyppi on sama kuin valaistulla tieosuudella. Valaistusta vähennetään pienentämällä lampputehoa niin, että kohdan 1.21 taulukossa 2 määrätty luminanssivaatimus täyttyy. Yleensä lampputeho on kolmasosa täyden valaistuksen arvosta.

Kaksirivisessä tyypissä jätetään valaistulta osuudelta tultaessa oikealta puolelta valaisimet pois ja vasemmalla puolella pienennetään lampputehoa, jos luminanssivaatimus sitä edellyttää.

Kuvassa 10 on tavallisimmat mukautumisalueet.

#### 1.432 KAKSIAJORATAISET TIET

Kaksiajorataisen tien valaistustyyppinä käytetään ensisijaisesti B2, (keskikaista-asennus). Teoreettista pylväsväliä on pienennettävä kuten sisäkaarteessa kuvan 3 mukaisesti. Jos kaarresäde on  $\leq 500$  m, ulkokaarteeseen on laitettava reunapaaluja.

Mukautumisalueet suunnitellaan kuten kohdassa 1.431 on esitetty.

#### 1.433 KEVYEN LIIKENTEN TIET

Jalankulkutiet ja polkupyörätiet valaistaan joko päätien valaisimilla tai erillisillä valaisimilla. Jos kevyen liikenteen väylä sijaitsee välittömästi päätien ajoradan vieressä, se saa yleensä riittävästi valoa päätien valaisimista.

Päätien valaisimet ovat yleensä riittävät, jos

- valaisimet ovat samalla puolella kuin kevyen liikenteen väylä,
- vaakasuora etäisyys valaisimesta valaistavan ajoradan ulompaan reunaan on pienempi kuin 1,5-kertainen asennuskorkeus sekä
- ajoratojen korkeusero on enintään  $\pm 2$  metriä ja päätien luminanssi on  $\geq 1$  cd/m<sup>2</sup>.

Päätien valaistuksen hyväksikäyttö on tarkistettava valaistusteknisillä laskelmilla. Jos kevyen liikenteen tie on kaukana päätiestä, leveän välikaistan ( $> 1,5$ -kertainen asennuskorkeus), puiden tai pensaiden takana, tarvitaan erillinen valaistus. Pääratit sekä tärkeät paikallissraitit ja ulkoilutiet valaistaan aina, muut harkinnan mukaan.

Kaukana päätiestä olevalla kevyen liikenteen tiellä käytetään tyyppiä A1, asennuskorkeus 6 m. Puupylväsasennuksessa 0,5—1,0 m varsi ja metallipylväsasennuksessa varrettomia pylväitä. Pylväs sijoitetaan enintään 1 m etäisyydelle tien reunasta. Valaisimien tulee olla tievalaisinoptiikalla varustettuja.

#### 1.434 VÄHÄLIIKENTEISET TIET

Jos vähäliikenteinen tie erikoistapauksena valaistaan, ratkaisu on samanlainen kuin kaukana päätiestä olevalla kevyen liikenteen tiellä, ks. 1.433.

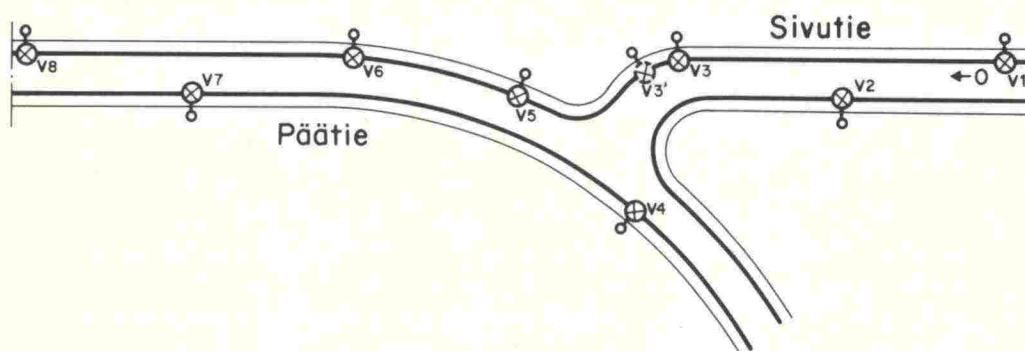
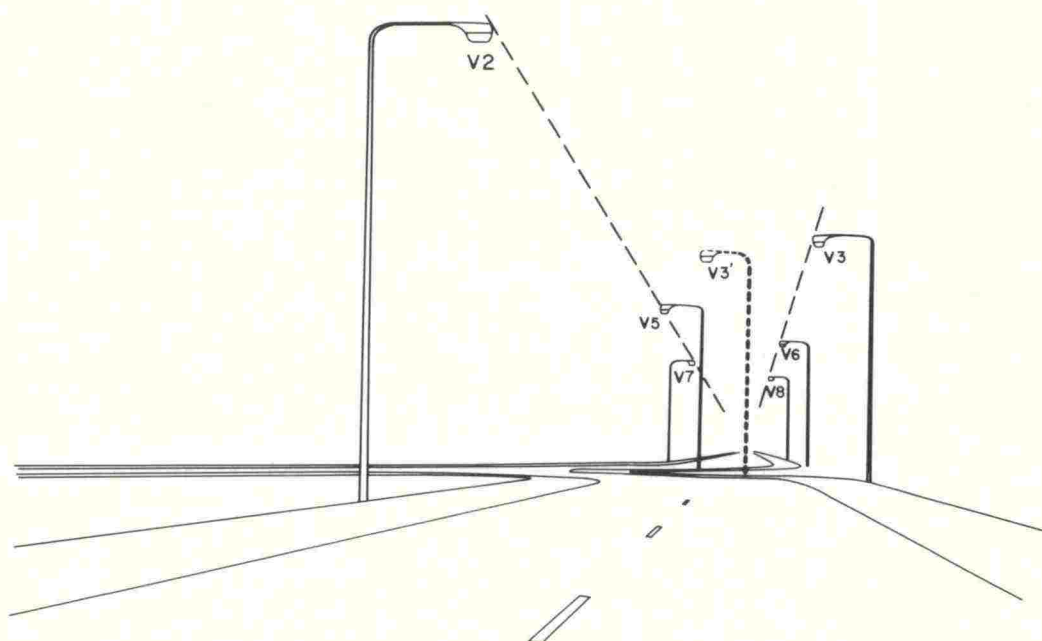
Asennuskorkeus on 6 tai 8 m. Rakenteiden, kalusteiden ja lampputehon valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta vuotuiset kokonaiskustannukset olisivat mahdollisimman pienet.



# Valaistusperiaatteet

## Optinen ohjaus

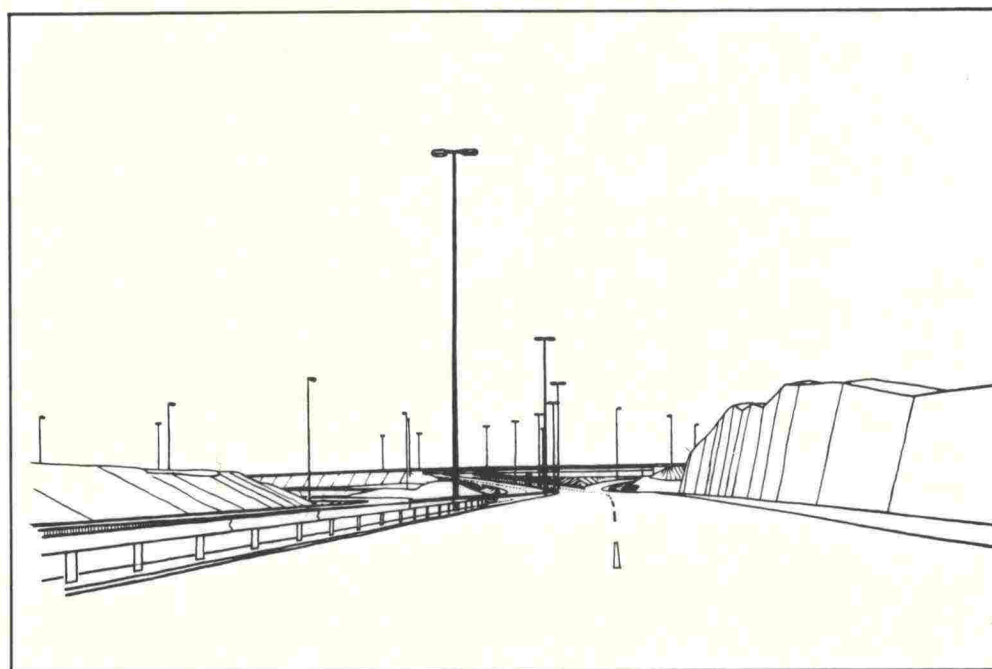
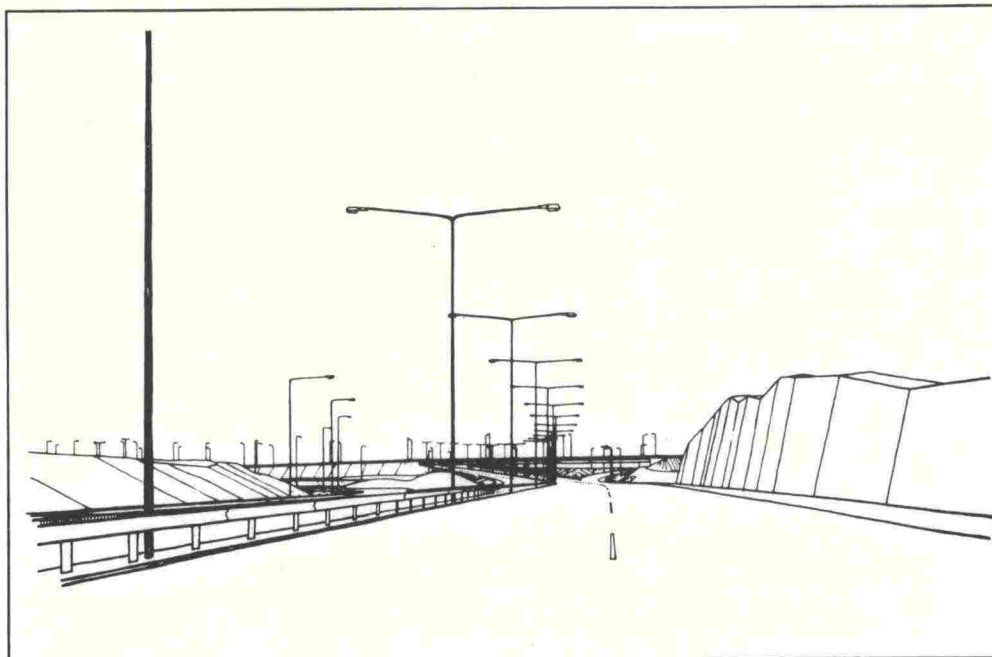
Pylväiden sijainnin tutkiminen perspektiivikuvan avulla



Kuva 4

# Valaistusperiaatteet

## Optinen ohjaus eritasoliittymässä



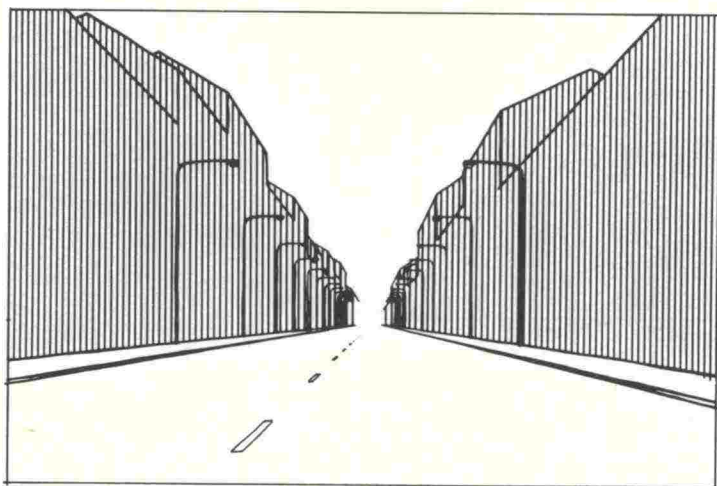
Eritasoliittymän valaistus. Ylemmässä kuvassa perinteelliset varsipylväät; alemmassa mastovalaisutus.

Kuva 5

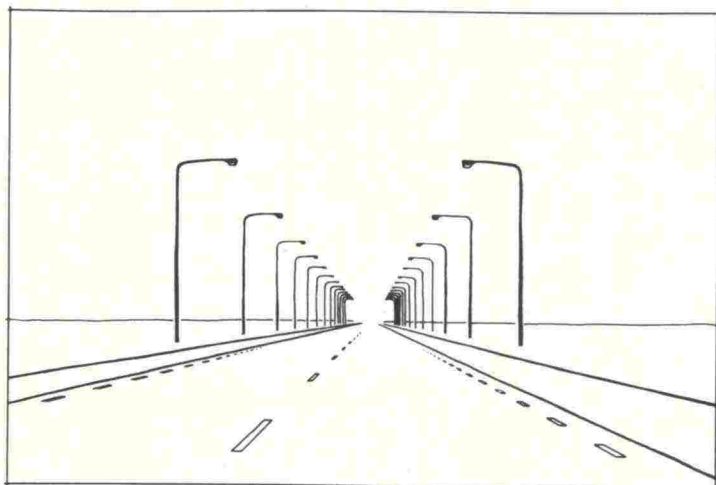
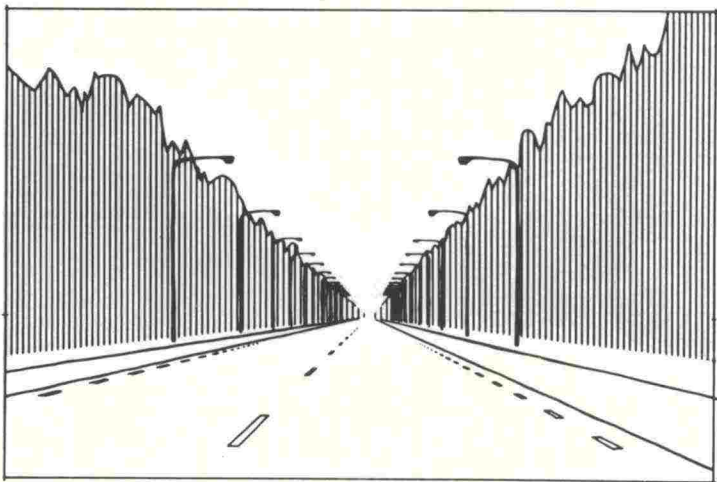


## Valaistusperiaatteet

Valaistusrakenteiden ulkonäkövaikutukset tieympäristössä



Suljettu tausta



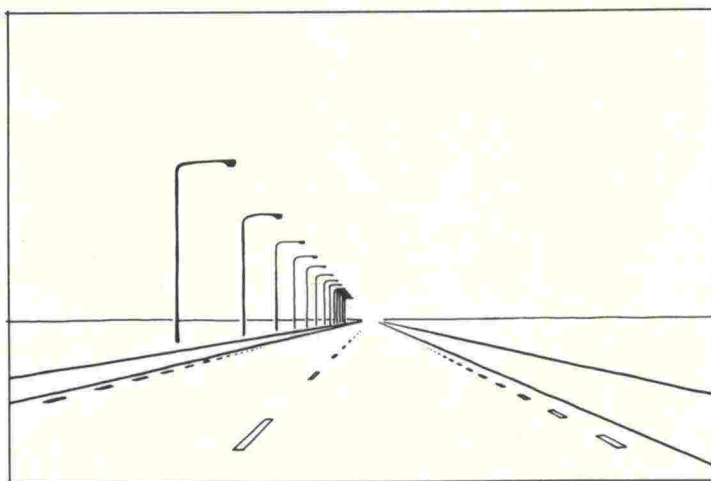
Avoin tausta

Valaistusrakenteet sulautuvat ympäristöön paremmin tummaa taustaa, rakennuksia tai metsää vasten kuin taivasta vasten.

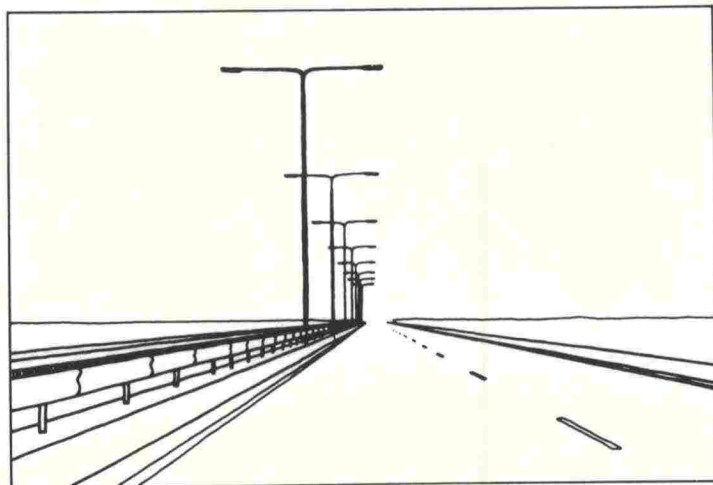
Kuva 6

## Valaistusperiaatteet

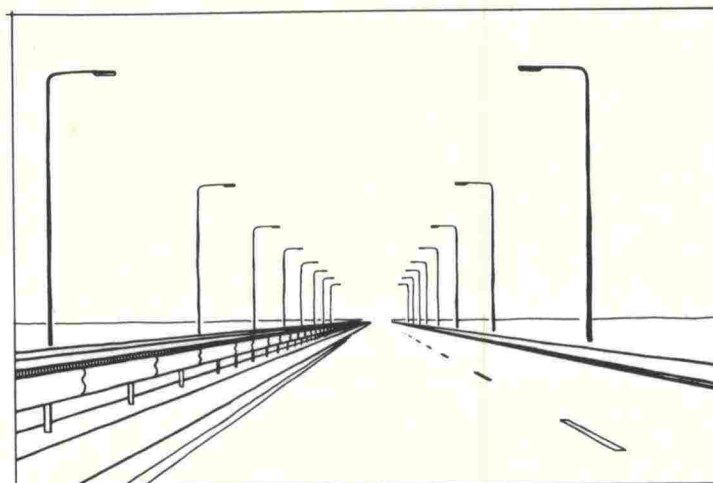
### Valaistulaitteiden ulkonäkövaikutukset tieympäristössä



Pylväät yhdessä rivissä tien reunalla. (Sopuisuhtaiset varret)



Pylväät tien keskikaistalla



Pylväät tien molemilla reunoilla

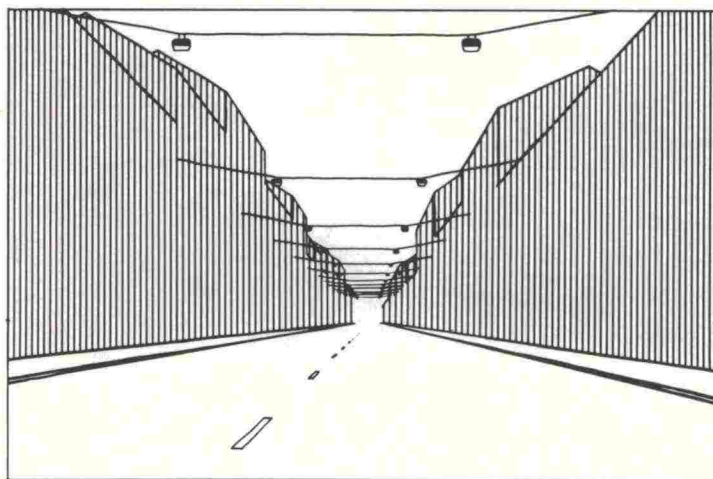
Yksirivinen reunasijoitus ja keskikaista-asennus sopeutuvat tieympäristöön paremmin kuin vastakkainen reunasijoitus.

Kuva 7

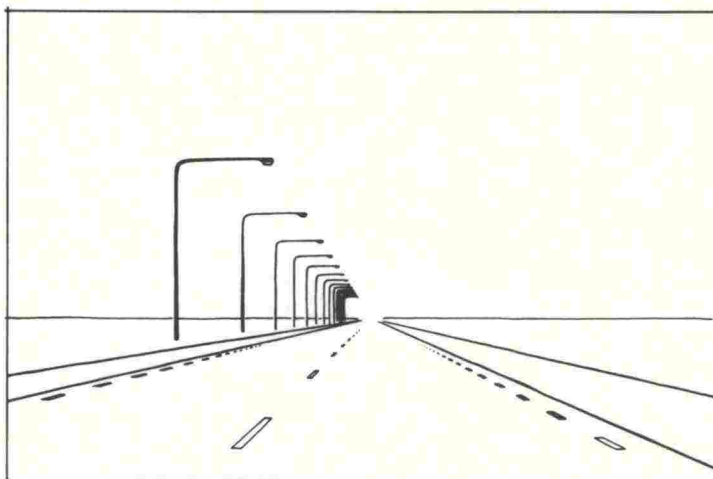


## Valaistusperiaatteet

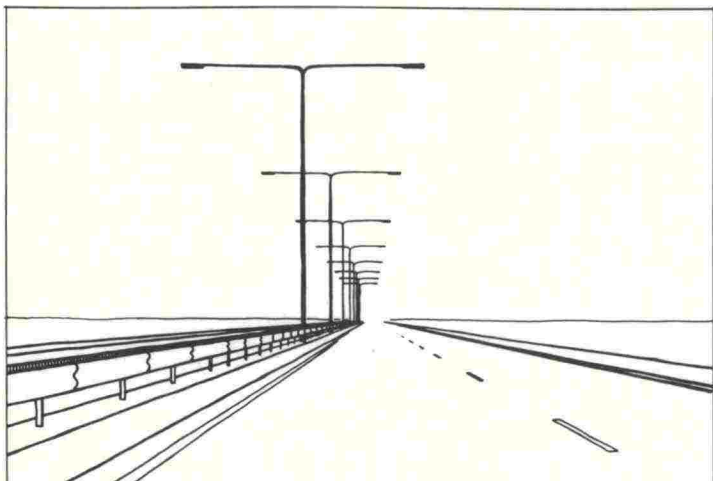
### Valaistulaitteiden ulkonäkövaikutukset tieympäristössä



Vaijerikiinnitys



Pitkät valaisinvarret

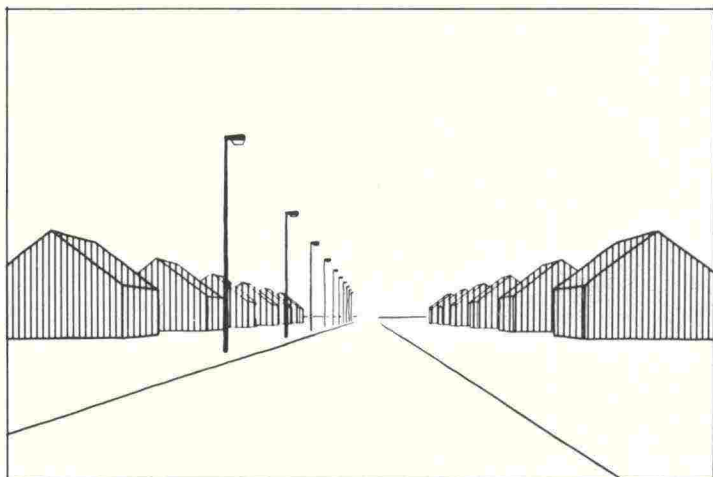


Vaijerikiinnitys soveltuu katumaiseen ympäristöön. Pitkät valaisinvarret kiinnittävät enemmän huomiota kuin lyhyet varret, vrt kuva 7.

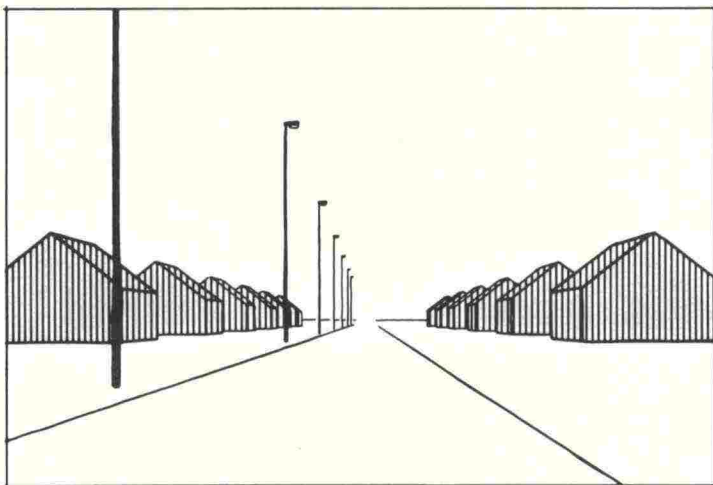
Kuva 8

## Valaistusperiaatteet

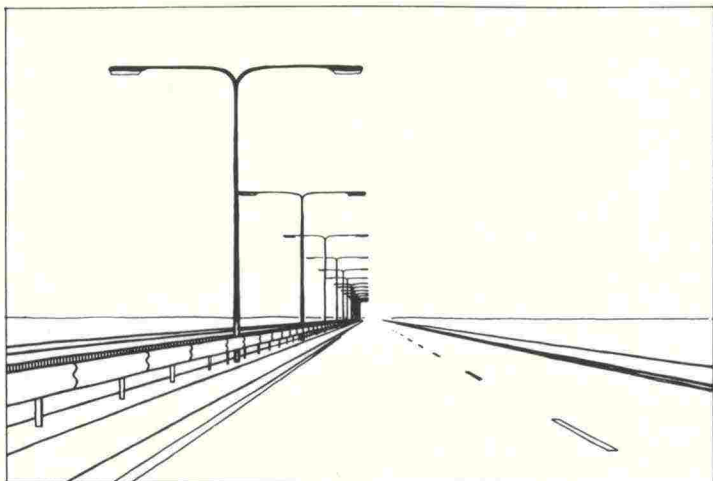
### Valaistulaitteiden ulkonäkövaikutukset tieympäristössä



Ympäristöön sopeutuva asennuskorkeus



Ympäristöön nähden ylipitkät pylvää



Asennuskorkeus leveällä tiellä

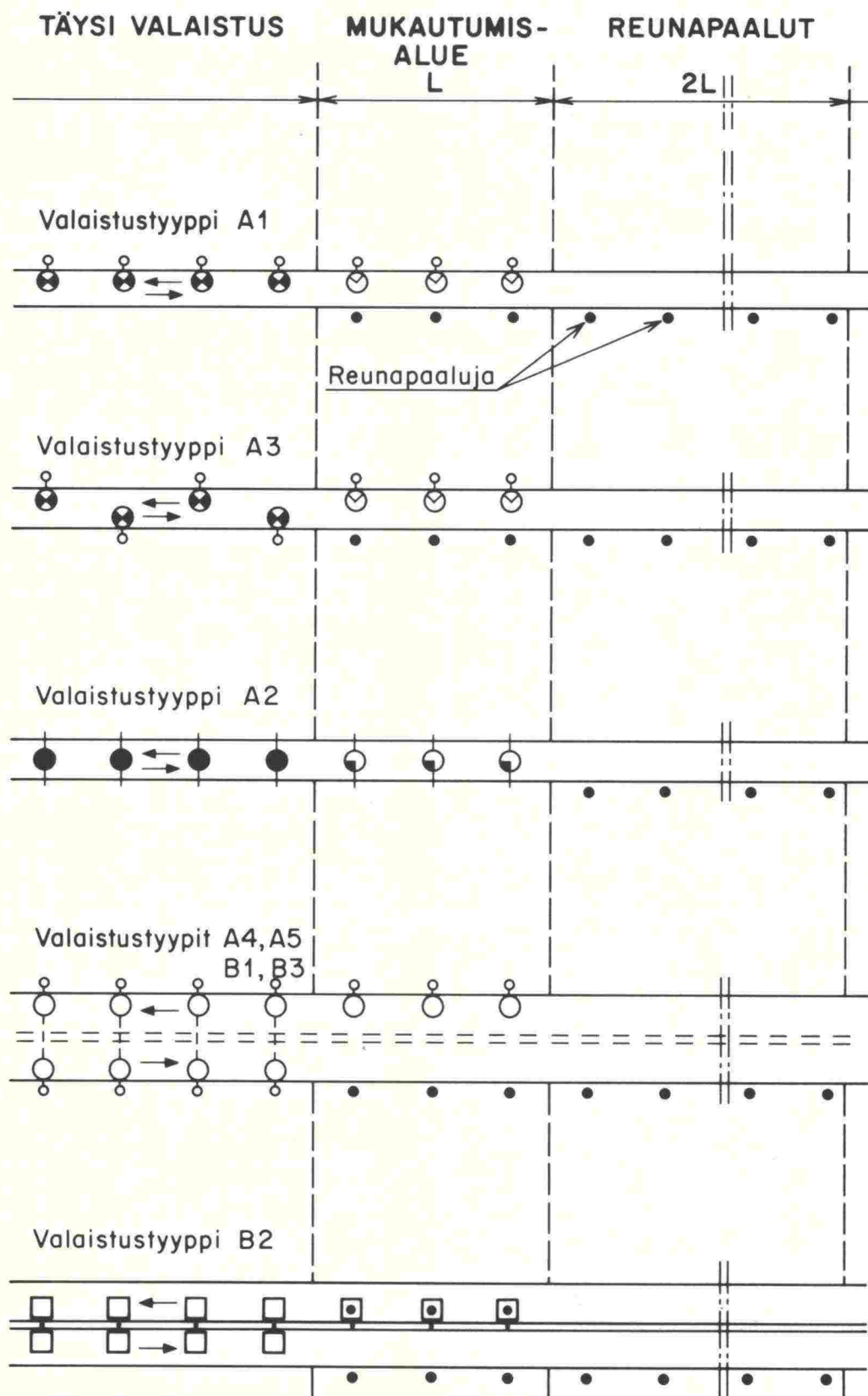
Kapeilla teillä ja matalan asutuksen keskellä lyhyehköt pylvää ovat tyylikkäämpiä kuin ylipitkät pylvää. Leveällä tiellä (tai korkeiden talojen välissä) asennuskorkeuden tulee olla suurempi.

Kuva 9



# Valaistusperiaatteet

## Mukautumisalueet ja reunapaalujen sijoittelu



Kuva 10

## 1.44 Liittymät ja muut alueet

Liittymien valaistusta suunniteltaessa on seuravat yleiset näkökohdat otettava huomioon:

- päätien optisen ohjauksen on oltava hyvä liittymän läpi ja tien käyttäjän on saatava oikea käsitys liittymän muodosta ja sen järjestyksestä,
- tien käyttäjän on saatava oikea käsitys sivutien tai ramppien suuntauksesta ennen liittymäkohtaa,
- erillisessä liittymävalaistuksessa on sivutiellä ja päätiellä käytettävä kohdassa 1.431 esitettyjä mukautumisvyöhykkeitä ja
- pylväiden etäisyyksien tien reunasta tulisi olla taulukon 2 mukaiset.

### 1.441 TASOLIITTYMÄT

Valaistun tieosuuden tasoliittymät valaistaan yleensä saman valaistusluokan mukaan kuin päätie. Valaisemattomilla teillä käytetään liittymävalaistuksessa tien toiminnallisen luokan edellyttämää valaistusluokkaa.

Liittymävalaistuksen yleisten näkökohtien lisäksi on otettava huomioon:

- valaisimet sijoitetaan siten, että heijastuskuviot täyttävät mahdollisimman hyvin liittymäalueet,
- jokaisessa ajosuunnassa tulee liittymän takana olla vähintään yksi valaisin, jonka valossa risteävä ajoneuvo näkyy ja kääntyvän ajoneuvon kuljettaja näkee liittymän takaosan,
- tarvittaessa voidaan liittymästä varoittaa muuttamalla valaistustyyppiä,
- valaisinjonot muotoillaan liittymäalueella juosteiden suuntaa seuraten, mahdollisuuksien mukaan myös linja-autopysäkkien kohdalla,
- jos liittymä on tieosia leveämpi, sijoitetaan valaisinjonot liittymän laajimmalla kohdalla liittymästä, jolloin syntyy kaksirivinen vastakkainen tai vuorottainen valaistustyyppi,
- jos kaksiajorataisella tiellä on kaksirivinen reunasijoitus, voidaan tasoliittymissä käyttää korkeampia, varrettomia pylväitä ja kaksoisvalaisimia,
- keskikaista-asennuksessa voidaan liittymän leveimmälle kohdalle tarvittaessa asentaa lisäksi yksivartiset pylväät reunoille,
- jos liittymä on pitempi kuin pylväsväli, voidaan lisäpylväät sijoittaa isoihin saarekkeisiin tai tulppiin; pylväiden sijainti ei kuitenkaan saa häiritä näkyvyyttä,
- liittymävalaistuksen tulee olla vähintään pykälytymisnäkemän pituinen,
- liittymävalaistuksen pituus sisältää myös mukautumisalueet,
- pääsuunnassa kanavoidussa liittymässä täysi valaistus laitetaan saarekkeiden alueelle sekä mukautumisalueet näiden jälkeen ja
- mastovalistus on valaistusteknillisesti käytökelpoinen, jos se kustannusvertailussa osoittautuu kannattavaksi.

Liittymän, liittymään tulevien liikennemerkkien, porttaalien, valo-ohjauksen jne. suunnittelu on

suoritettava samanaikaisesti valaistussuunnittelun kanssa, tai se huomioon ottaen, tarkoituksenmukaisen valaistustyyppin aikaansaamiseksi ja muiden laitteiden yhteensovittamiseksi.

Kuvissa 11—18 on esimerkkejä yleisimmistä tasoliittymien valaistusratkaisuista.

### 1.442 ERITASOLIITTYMÄT

Valaistun tien eritasoliittymän ramppien valaistusluokka valitaan kohdan 1.22 mukaisesti. Päätien sekä ramppien johdatus- ja liittymiskaistojen pylvässiijoittelun takia tulee ramppien päiden kohdille enemmän valoa, jolloin liikenneturvallisuus samalla paranee. Rampin valaistus lopetetaan ja aloitetaan nokan läheisyydessä.

Valaisemattomalla moottoritiellä eritasoliittymän rampit valaistaan korkeintaan luokan C mukaan. Valaisimet sijoitetaan koko johdatus- ja liittymiskaistan pituudelle sekä erkanemisrampin nokan jälkeen yksi valaisin päätien suunnassa osoittamaan sen jatkuvuutta. Moottoriliikenteellä valaistaan myös päätie koko eritasoliittymän osuudella.

Ramppien pylvässiijoittelussa noudatetaan liikenneturvallisuussyistä ja aluevalaistusvaikutuksen takia pääasiassa sisäkaariperiaatetta. Suuriteisissä kaarteissa voidaan pylväät myös sijoittaa ulkokaarteeseen.

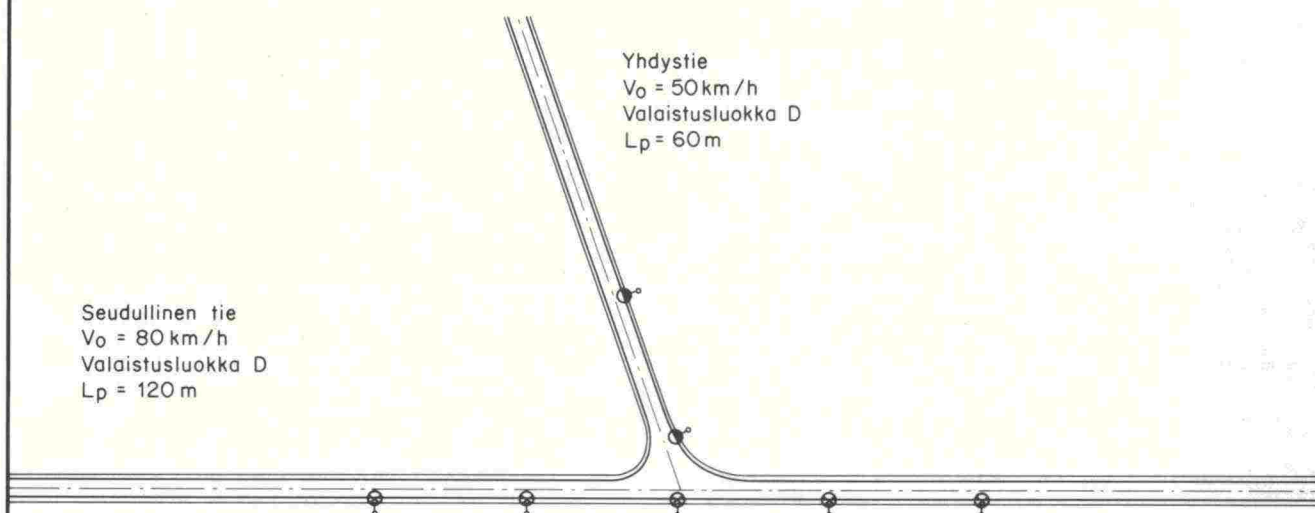
Suurien eritasoliittymien valaistuksessa on ulkonäkösyistä harkittava myös mastovalaistusta. Mastot ovat 20...40 m korkeita ja niihin asennetaan useita suuritehoisia valaisimia. Valaisimet asennetaan yleensä kiinteille tasoille, jotka ovat samalla absoluuttisella korkeudella riippumatta ramppien ja maaston korkeuseroista. Suunnittelussa noudatetaan kohdan 1.2 mukaisia luminanssin tasaisuuksia ja pylväsvälit on laskettava erikseen. Mastovalaisuksen optinen ohjaus ja kunnossapitokysymykset on selvitettävä ja ratkaisun edullisuus tutkittava teknillis-taloudellisilla selvityksillä. Sumuisilla alueilla ratkaisua on vältettävä.

Kuvissa 19—22 on esimerkkejä eritasoliittymien yleisimmistä valaistusratkaisuista.



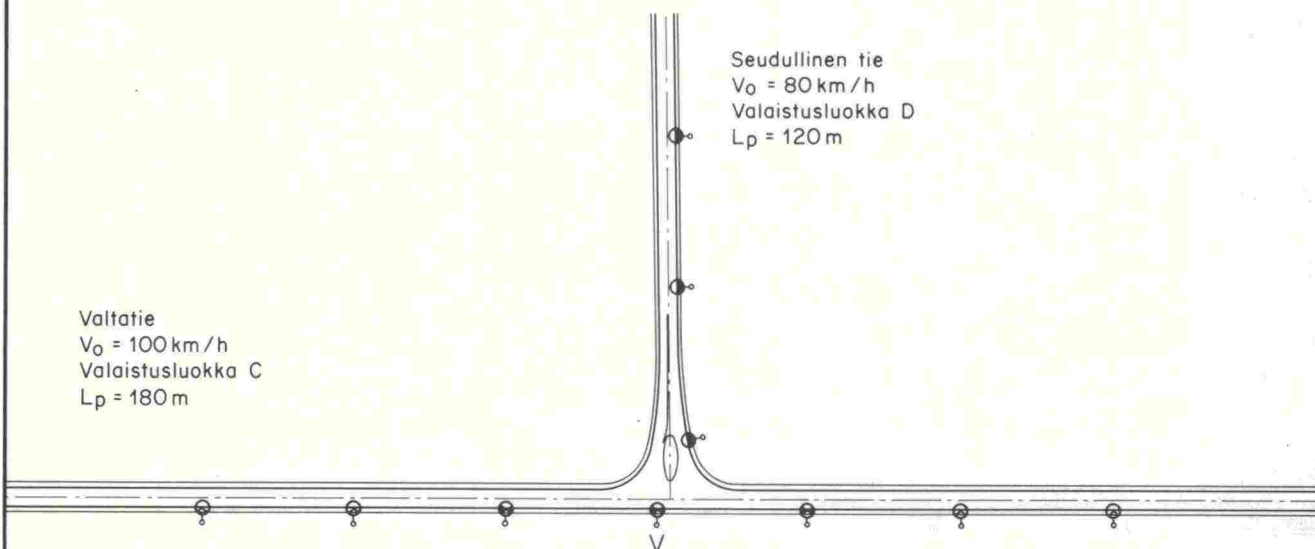
# Valaistusperiaatteet

## Esimerkkejä tasoliittymien valaistusratkaisuista



Kuva 11

Avoin T-liittymä AV. Päätien valaisin sijoitetaan liittyvän tien jatkeelle.



Kuva 12

Liittyvän tien suunnassa kanavoitu, yksipuolinen tasoliittymä T/LK. Jos päätien valaisimet on sijoitettava vastakkaiselle puolelle, pitäisi valaisimen V mahdollisuuksien mukaan olla kuvan osoittamassa paikassa.

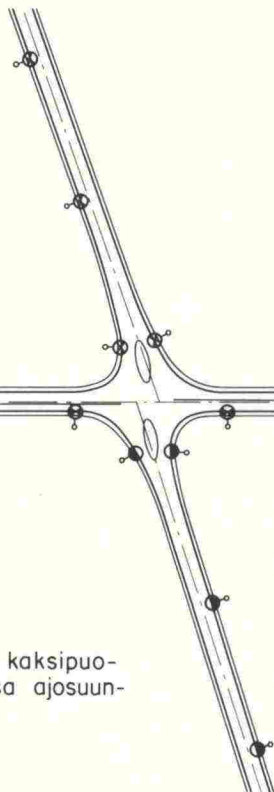
# Valaistusperiaatteet

## Esimerkkejä tasoliittymien valaistusratkaisuista

Kantatie  
 $V_0 = 100 \text{ km/h}$   
Valaistusluokka C  
 $L_p = 180 \text{ m}$

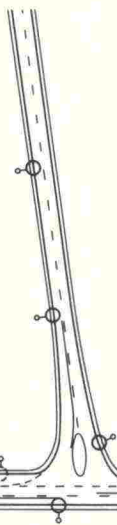
Kuva 13

Liittyvän tien suunnassa kanavoitu, kaksipuolinen tasoliittymä 2T/LK. Jokaisessa ajosuunnassa on liittymän takana valaisin.



Kuva 14

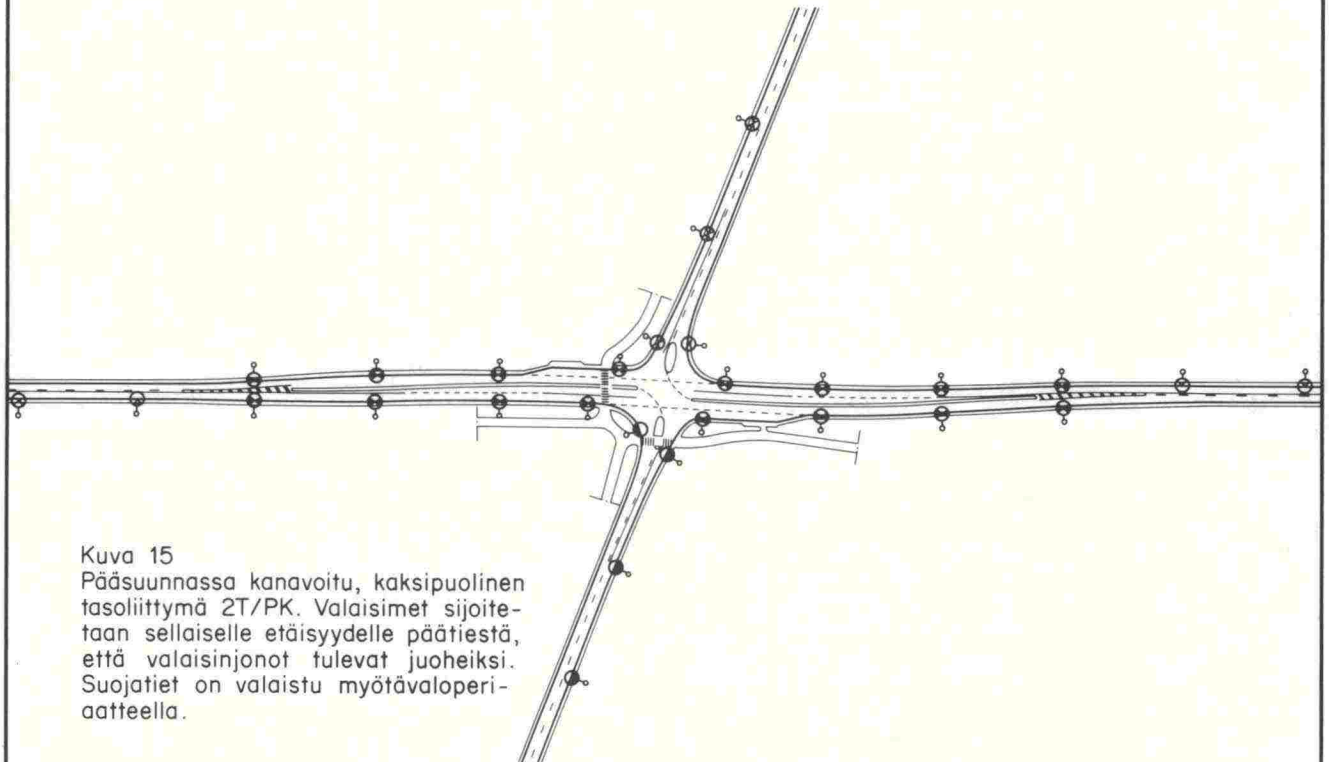
Valaisimien sijainti tasoliittymässä, jossa on linja-autopysäkit.





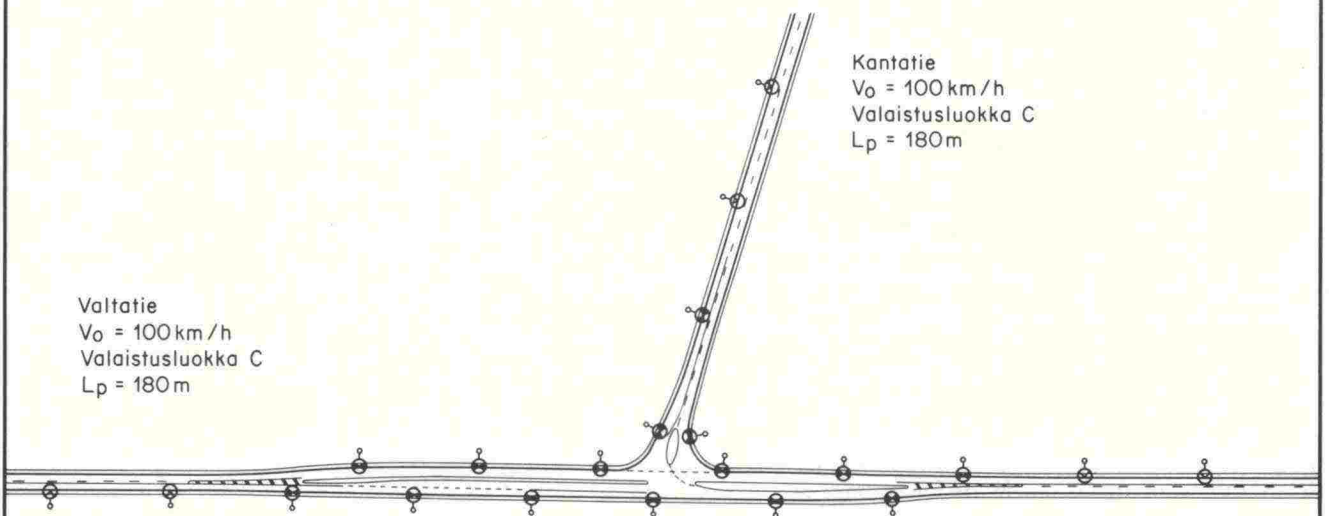
# Valaistusperiaatteet

## Esimerkkejä tasoliittymien valaistusratkaisuista



Kuva 15

Pääsuunnassa kanavoitu, kaksipuolinen tasoliittymä 2T/PK. Valaisimet sijoitetaan sellaiselle etäisyydelle päätiestä, että valaisinjonot tulevat juoheiksi. Suojatiet on valaistu myötävaloperiaatteella.



Valtatie  
 $V_0 = 100 \text{ km/h}$   
Valaistusluokka C  
 $L_p = 180 \text{ m}$

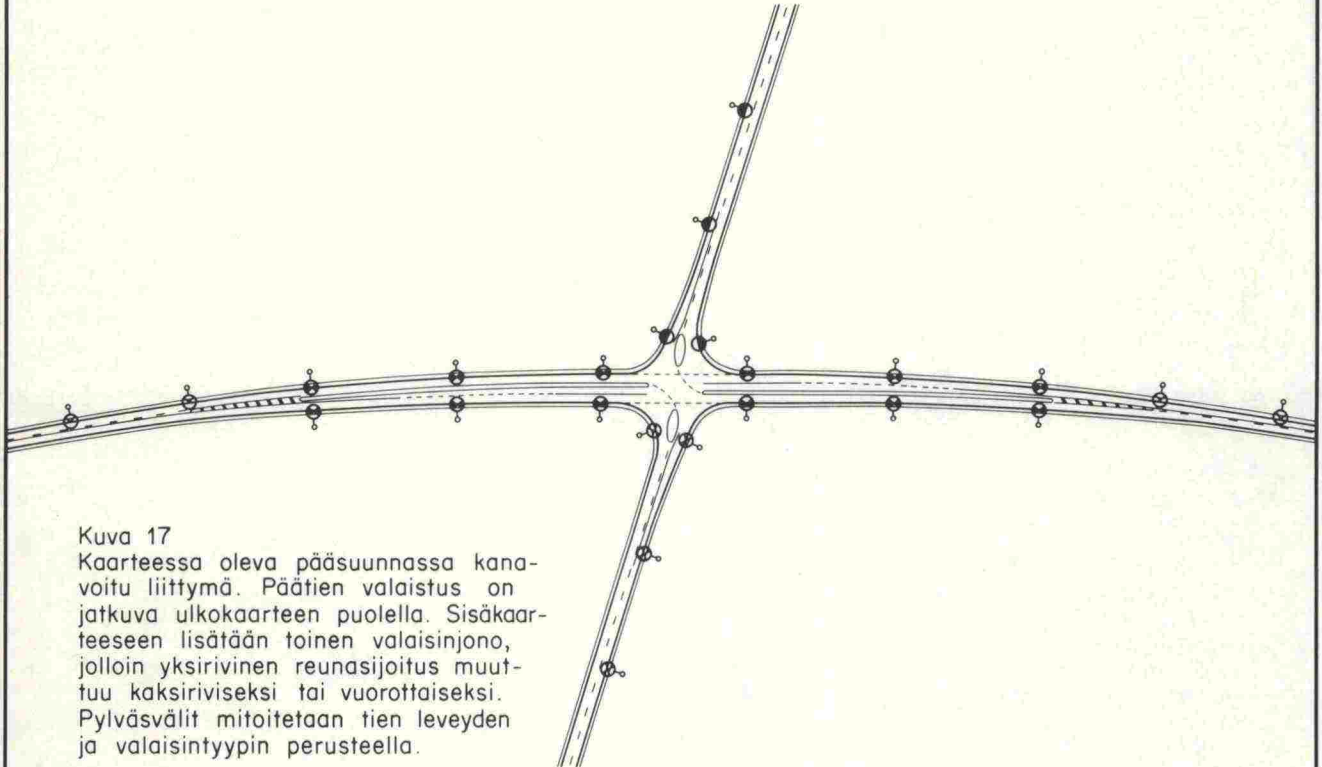
Kantatie  
 $V_0 = 100 \text{ km/h}$   
Valaistusluokka C  
 $L_p = 180 \text{ m}$

Kuva 16

Pääsuunnassa kanavoitua liittymää lähestyttäessä päätien valaisimet sijoitetaan oikealle reunalle. Päätien kanavoinnin osuudella voidaan käyttää vuorottaista reunasijoitusta. Jos sivutie on sisäkaarteiden puolella, päätien valaistus on jatkuva ulkokaarteiden puolella. Pylväsväliä voidaan muuttaa leveyden mukaan mitoittaen.

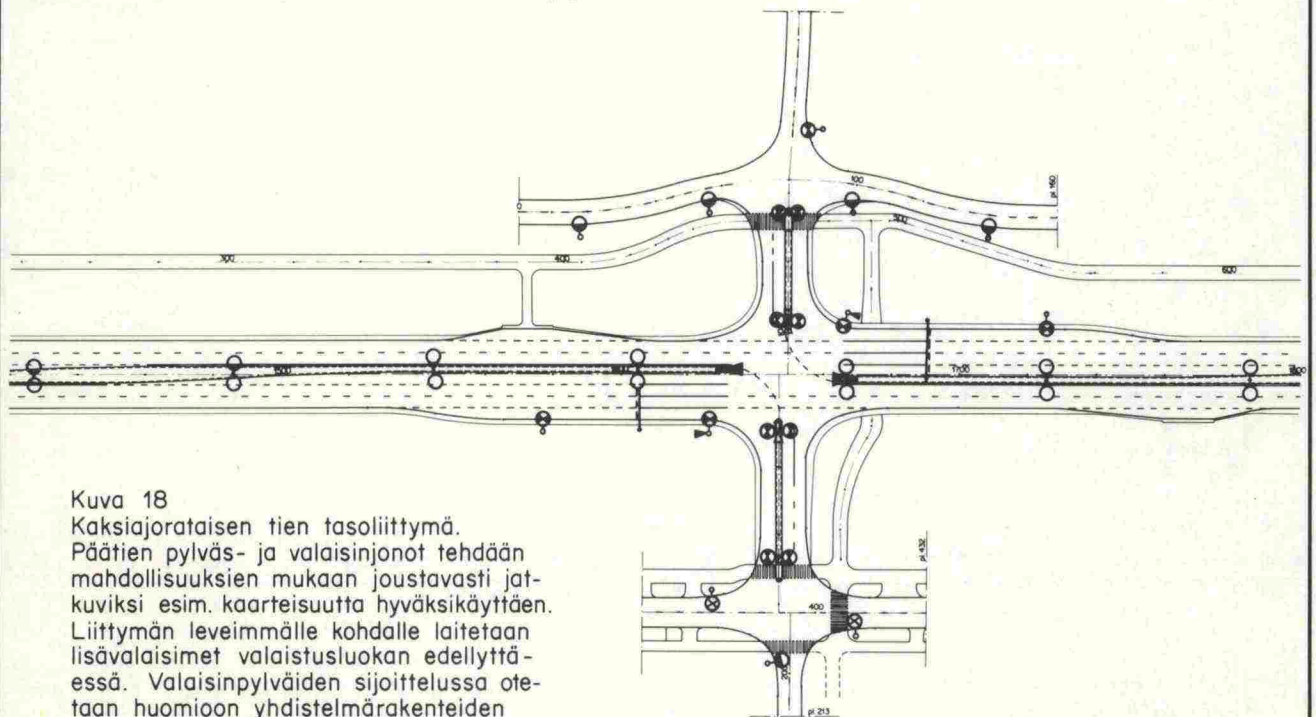
# Valaistusperiaatteet

## Esimerkkejä tasoliittymien valaistusratkaisuista



Kuva 17

Kaarteessa oleva pääsuunnassa kana-  
voitu liittymä. Päätien valaistus on  
jatkuva ulkokaarteeseen puolella. Sisäkaar-  
teeseen lisätään toinen valaisinjono,  
jolloin yksirivinen reunasijoitus muut-  
tuu kaksiriviseksi tai vuorottaiseksi.  
Pylväsvälit mitoitetaan tien leveyden  
ja valaisintyyppin perusteella.



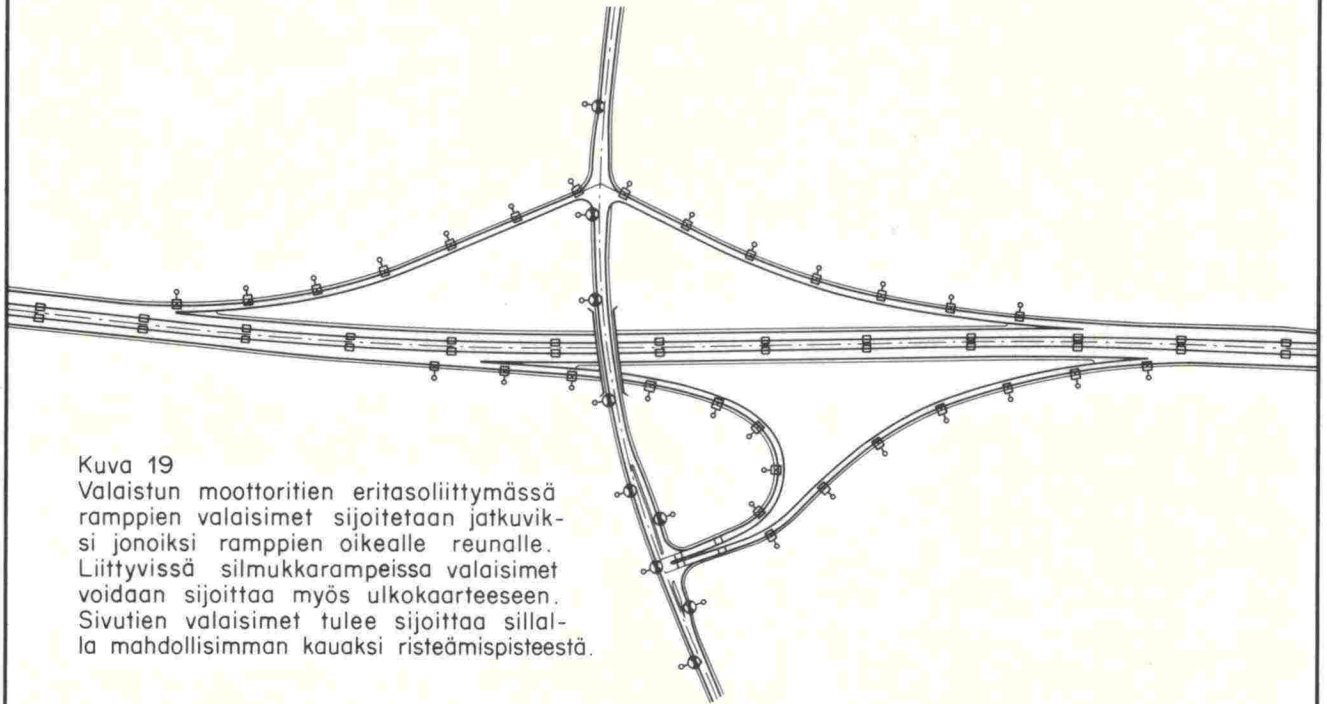
Kuva 18

Kaksiajorataisen tien tasoliittymä.  
Päätien pylväs- ja valaisinjonot tehdään  
mahdollisuuksien mukaan joustavasti jat-  
kuviksi esim. kaarteisuutta hyväksikäyttäen.  
Liittymän leveimmälle kohdalle laitetaan  
lisävalaisimet valaistusluokan edellyttä-  
essä. Valaisinpylväiden sijoittelussa ote-  
taan huomioon yhdistelmärakenteiden  
käyttämömahdollisuus. Valo-opasteet eivät  
saa kätkeytyä valaisinpylväiden taakse.



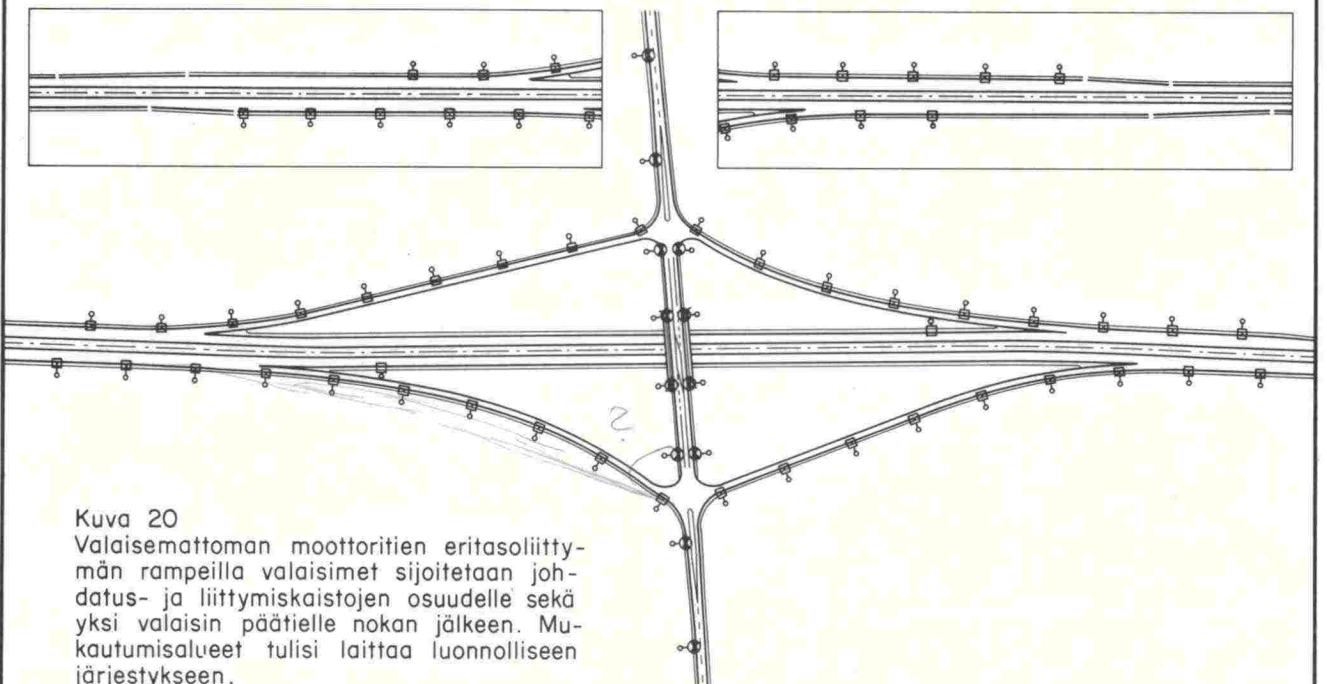
# Valaistusperiaatteet

## Esimerkkejä eritasoliittymien valaistusratkaisuista



Kuva 19

Valaistun moottoritien eritasoliittymässä ramppien valaisimet sijoitetaan jatkuviksi jonoiksi ramppien oikealle reunalle. Liittyvissä silmukkarampeissa valaisimet voidaan sijoittaa myös ulkokaarteeseen. Sivutien valaisimet tulee sijoittaa sillalla mahdollisimman kauaksi risteämissisteestä.

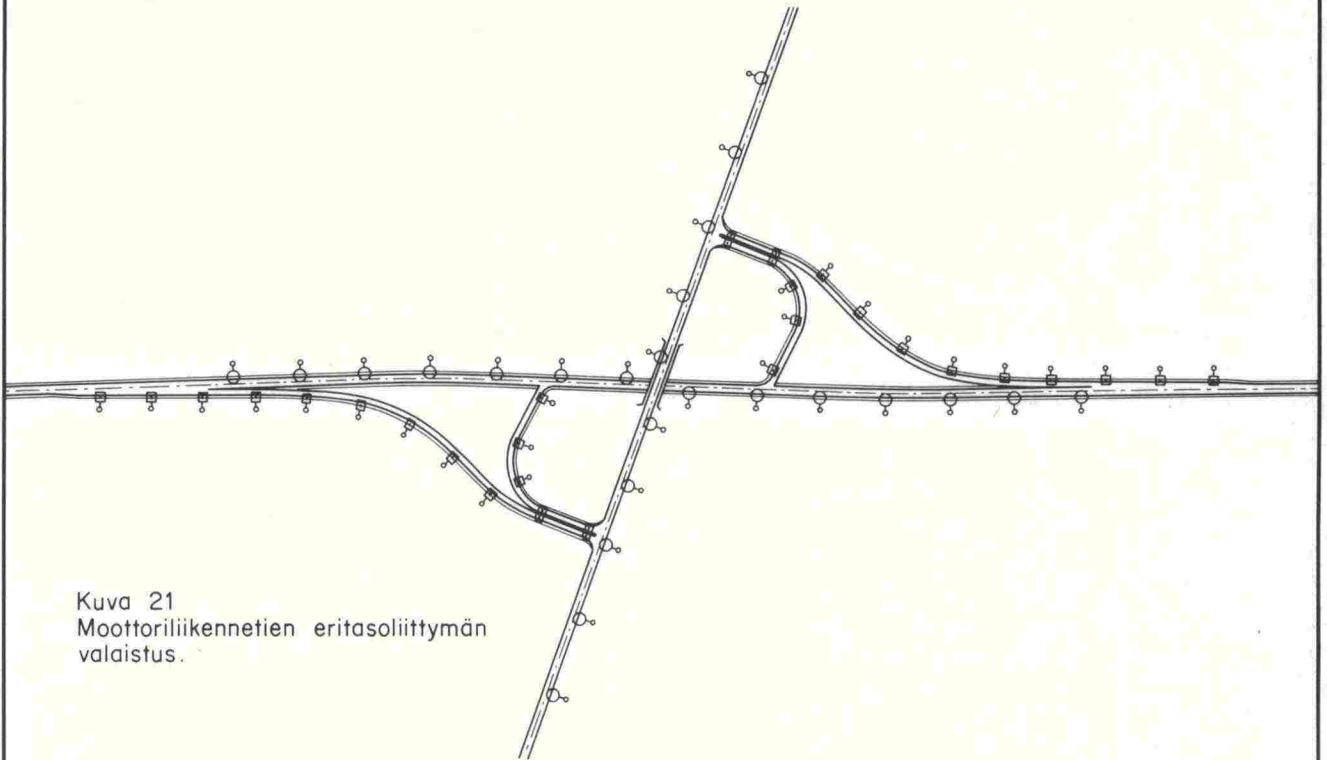


Kuva 20

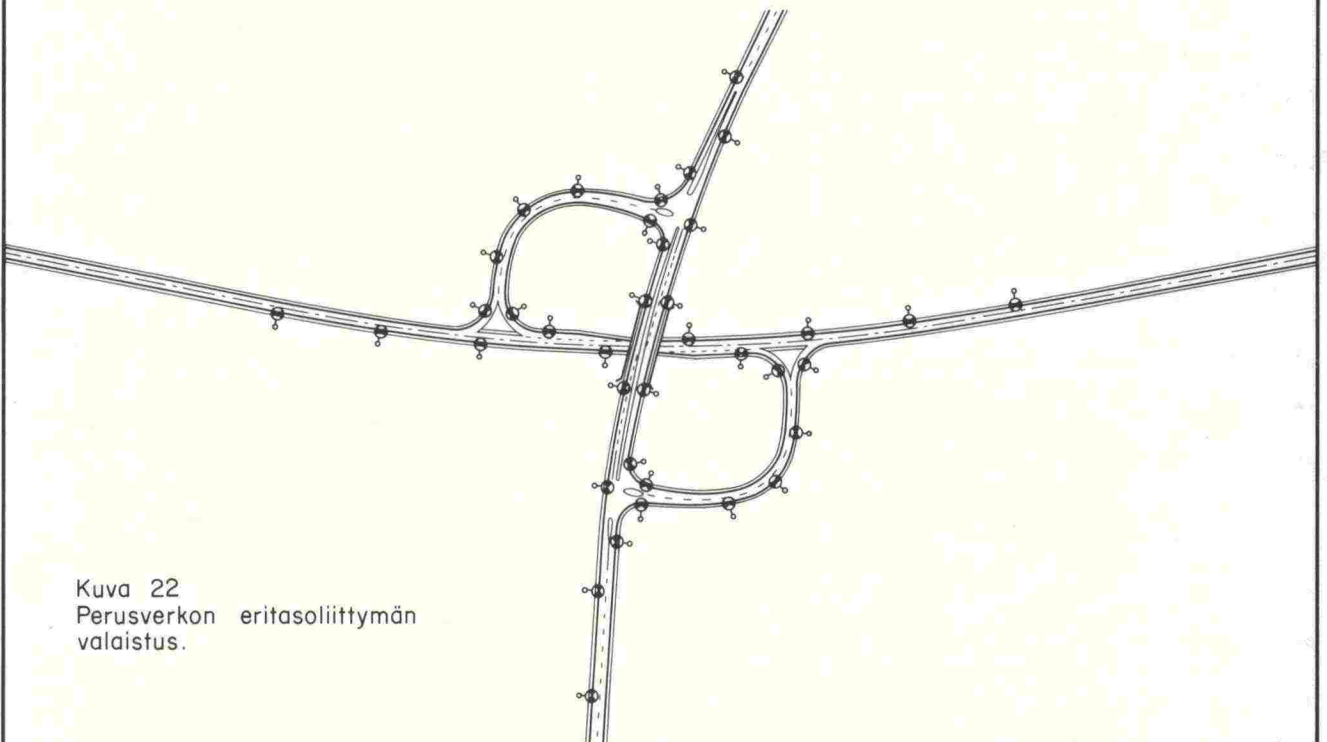
Valaisemattoman moottoritien eritasoliittymän rampeilla valaisimet sijoitetaan johdatus- ja liittymiskaistojen osuudelle sekä yksi valaisin päätielle nokan jälkeen. Muokautumisalueet tulisi laittaa luonnolliseen järjestykseen.

# Valaistusperiaatteet

## Esimerkkejä eritasoliittymien valaistusratkaisuista



Kuva 21  
Moottoriliikennetien eritasoliittymän  
valaistus.



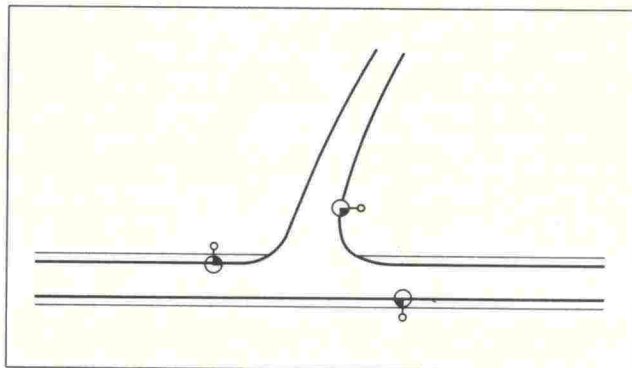
Kuva 22  
Perusverkon eritasoliittymän  
valaistus.



### 1.443 VÄHÄLIIKENTEISET LIITTYMÄT

Alimpien toiminnallisten luokkien teillä, joilla on alhainen käyttönopeus ja pieni liikennemäärä vähäliikenteinen liittymä voidaan joutua valaisemaan muista syistä kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella.

Tällöin liittymä voidaan valaista kuvan 23 periaatteella valaistusluokan ollessa enintään E.



Kuva 23.  
Vähäliikenteisen tasoliittymän valaistus.

### 1.444 PYSÄKÖIMIS-, LEVÄHDYS- JA PALVELUALUEET

Valta- ja kantateillä olevia pysäköimis- ja levähdysalueita ei yleensä valaista. Valaistulla tiellä päätien valaistus on yleensä riittävä, mutta viihtyisyyden takia tai alueen koosta riippuen voidaan alueelle asentaa muutamia jalankulkutievalaisimia. Jos valta- ja kantateiden yhteydessä ovat palvelualueet valaistaan erikseen ja jos tämä aiheuttaa päätielle häiritsevää sivuvaloa, on päätie valaistava kuten tasoliittymien kohdalla.

Valaistulla moottoriväylällä levähdys- ja palvelualueen erkanemis- ja liittymisrampit valaistaan kuten eritasoliittymissä ja itse alue, sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tyypillä ja valolajilla.

Moottoriväylien palvelualueiden aukiomaisilla pysäköimis- ja huoltoasema-alueilla käytetään suurta asennuskorkeutta ja varrettomia pylväitä tai mastovalaistusta.

Jos moottoriväylä on valaisematon, voidaan ramppien ja palvelualueen valaistustasoa alen-  
taa tai alueen käytöstä riippuen jättää valaisematta.

### 1.445 SUOJATIET

Päätien valaistuksen tulisi olla 50 m suojatien molemmiin puolin vähintään valaistusluokan C mukainen. Jos valaistusluokka on alempi, parannetaan suojatien valaistusta lyhentämällä pylväsväliä tai asentamalla erillinen epäsymmetrinen suojatievalaistus erikoisohjeiden mukaisesti. Valon värin pitää olla sama kuin väylällä yleensä. Valaisemattomalla tiellä erillisen suojatien valaistuksen on myös ulotuttava 50 m:n päähän suojatiestä eikä valaisimista tuleva valovirta saa ylittää 10 000 lm.

Jos useamman suojatien väli on pienempi kuin 100 m, parannetaan koko tien valaistus C luokan mukaiseksi, tutkitaan ovatko muut kevyen liikenteen järjestelyt tarpeen tai voidaanko osa suoja-  
teistä poistaa.

### 1.446 LAITURIT JA SATAMA-ALUEET

Lossi- ja lauttalaiturit sekä niihin välittömästi liittyvät tieosat valaistaan pimeässä ympäristössä luokan B ja valoissa ympäristössä luokan A mukaisesti. Valaistustyyppi on sama kuin vastavan tien yhteydessä. Valaisemattomilla laitureihin liittyvillä teillä käytetään lisäksi kohdassa 1.43 kuvattuja mukautumisalueita. Valaistusta toteutettaessa on otettava huomioon vesiliikenteen häikäisyvaara ja opastuslaitteet.

Satama-alueilla käytetään yleensä mastovalaistusta luokan A mukaisesti. Jos alueella on myös rautatieliikennettä, on rautateiden valaistusvaatimukset otettava huomioon.

### 1.447 LINJA-AUTOPYSÄKIT

Valaistulla tiellä linja-autopysäkit saavat yleensä riittävästi valoa päätien valaistuksesta ilman lisävalaisimia. Tällöin on tarkistettava, että pysäkin valaistustaso on luokan D mukainen. Jos päätien valaisimet ovat tien vastakkaisella reunalla, voidaan pysäkin viereen asentaa tarvittaessa kaksi jalankulkutien valaisinta, jotta pysähtynyt auto ei aiheuttaisi varjoja.

Jos valaisemattoman tien pysäkit valaistaan, käytetään valaistusluokkaa E. Pysäkki valaistaan yleensä, jos valaistu kevyen liikenteen väylä kulkee sen kautta, pysäkki on suojatien yhteydessä tai runsasta henkilöliikennettä synnyttävän laitoksen läheisyydessä (teollisuuslaitos, koulu jne).

### 1.448 TASORISTEYKSET

Tien ja rautatien risteyskohdassa tie valaistaan tavanomaisella tievalaistuksella, ottaen huomioon rautatien opastinlaitteiden näkyvyys ja valonvärit. Risteysalueen valaistus on aina tehtävä yhteistyössä rautatiehallituksen kanssa.

### 1.45 Sillat

Siltojen valaistuksessa noudatetaan samoja ohjeita kuin tievalaistuksessa. Risteävien teiden optiseen ohjaukseen ja valaistukseen ei saa syntyä epäjatkuvuuskohtia. Lisäksi siltavalauksen on oltava sopusuhtainen ympäristöön ja itse siltarakenteeseen nähden.

Sillan alitse kulkevan tien valaisinpylväät eivät saa olla 15 m lähempänä siltaa, jotta sillan kannelle ei tulisi häiritsevää ja häikäisevää valoa. Sillan ollessa leveämpi kuin 10 m, alittavalle tielle jää sillan alle varjoja. Näiden poistamiseksi ja sivustaiden (pilarit, maatuet) korostamiseksi sijoitetaan pilareiden väliin tai maatukien kohdalle tien valaistukseen sopiva valaistus. Sillan ollessa niin leveä, ettei tien jatkuvuus ole selvä, on harkittava tunnelivalaistusta.



Ylittävän tien siltavalaistus ei yleensä vaikuta alittavan tien olosuhteisiin. Suunnittelussa on kuitenkin otettava huomioon seuraavat seikat:

- Alittavan tien optinen ohjaus ei saa häiriintyä.
- Pylväiden sijoittamista lyhyille silloille on välitettävä. Pitkillä silloilla pylväät sijoitetaan sillan pilareiden kohdalle tai symmetrisesti maatielten suhteen. Valaisimet tulee sijoittaa mahdollisimman kauaksi risteämispisteestä.

Jos silta ylittää laivaväylän, on huolehdittava valaistuksen häikäisynestöstä ja selvitettävä muut vesiliikenteen vaatimukset valaistuksen suhteen. Avattavien siltojen liikkuviin osiin ei saa sijoittaa valaisinylväitä. Pylväät voidaan sijoittaa maan puolelle tai sillan kiinteisiin osiin ja sijoittaa lisävalaisimia viimeisiin pylväisiin ennen liikkuvaa osaa. Avattavissa silloissa on otettava huomioon samat näkökohdat kuin laitureiden valaistuksessa.

Kevyen liikenteen alikulkukäytävät valaistaan aina, kun niiden pituus on suurempi kuin 7 m ja ne liittyvät valaistuihin kevyen liikenteen väylään. Valaistus mitoitetaan B-luokan mukaan. Paikalle vallettavia siltoja suunniteltaessa lampputeho, valaisinrivien lukumäärä ja valaisinväli valitaan valaistusteknillisten mitoitustaulukoiden avulla. Elementtisiltojen valaistusrakenteet tehdään näitä koskevien tyyppipiirustusten mukaan.

Kalusteina käytetään yleensä 80—125 W upotettuja ja suljettuja elohopeavalaisimia.

Alikulkukäytävän valaistuksen on toimittava päivisin, jos käytävän pituus on suurempi kuin taulukossa 10 esitetään.

Risteyssillan ja alikulkukäytävän valaistusperiaatteet on esitetty tyyppipiirustuksissa.

## 1.46 Tunnelit

Tunneli on valaistusteknillisessä mielessä pitkä, jos ulostuloaukko ja välittömästi sen takana oleva tieosa ei näy pysähtymismatkan etäisyydeltä ennen tunnelin suuaukkoa. Tällaisen tunnelin pituus on yleensä yli 100 m tai seitsemän kertaa leveys.

Tunnelin valaistuksessa on kolme tapausta:

- Yövalaistus, joka toteutetaan samoilla periaatteilla kuin tievalaistus.
- Päivävalaistus, jolle on tyyppillistä korkeat päivänvalosta riippuvat luminanssitasot sisäänajo-osuudella.
- Hätävalaistus, jolla estetään täydellisen pimeyden esiintyminen ja varoitetaan, jos normaalivalaistus ei toimi.

### 1.461 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Tunnelivalaistus suunnitellaan samoilla periaatteilla kuin tievalaistus, luku 1.2. Kustannussyistä ei kuitenkaan ole mahdollista toteuttaa tunnelin sisällä samanlaisia näkemisolosuhteita kuin päivänvalossa.

Yön aikana tunnelissa käytetään samaa valaistusluokkaa kuin vapaalla tieosalla mutta kuitenkin vähintään luokkaa C. Jos tieosa on valaistamaton, tunnelin molemmin puolin järjestetään mukautumisalueet kohdan 1.43 mukaisesti.

Päivävalaistuksen on oltava tasoltaan sellainen, että kuljettaja, tunnelia lähestyessään ja sen sisällä, näkee mahdolliset esteet pysähtymismatkan etäisyydeltä. Valaistuksen kannalta erotetaan tällöin kolme vaihetta:

- "Pimeä aukko". Valaistus on suunniteltava siten, että tunnelia lähestyvä kuljettaja näkee tyydyttävästi pimeässä suuaukossa olevat kohteet, vaikka hänen silmänsä ovat mukautuneet epätavallisen korkeaan näkökentän luminanssiin.
- Mukautuminen tarkoittaa siirtymistä välittömästi suuaukon sisäpuolella vallitsevasta luminanssista tunnelin sisäosan luminanssitasoon.
- Sisäosan luminanssin määrittely.

Tunnelivalaistuksen alueet ja määräävät pisteet ilmenevät kuvasta 24.

Kun kuljettaja lähestyy päivänvalossa tunnelia, näkökentän luminanssi ja samalla mukautumis- ja alenevat, koska tunnelin suuaukko käsittää suurenevan osan koko näkökentästä.

Pysähtymispiste on mitoitussuorituksen määräämän mitoituspysähtymismatkan P etäisyydellä suuaukosta. Jotta kuljettaja voisi nähdä välittömästi suuaukon takana olevat kohteet, on taustalla eli tieosalla T oltava tietty luminanssi, joka riippuu pysähtymispisteen mukautumisluminanssista  $ML_{pp}$ . Pysähtymismatka ja taustan T pituus saadaan taulukosta 4. Luvut perustuvat 1,5 s reaktioaikaan.

Mitoitus- nopeus (km/h)	Pysähtymismatka (m)			Tausta T (m)
	Pituuskaltevuus			
	—5 %	0	+ 5 %	
50	45	42	40	4
60	62	59	55	6
80	107	98	90	10
100	165	150	136	15
120	235	210	190	21

Taulukko 4.  
Mitoituspysähtymismatka ja taustan T pituus.

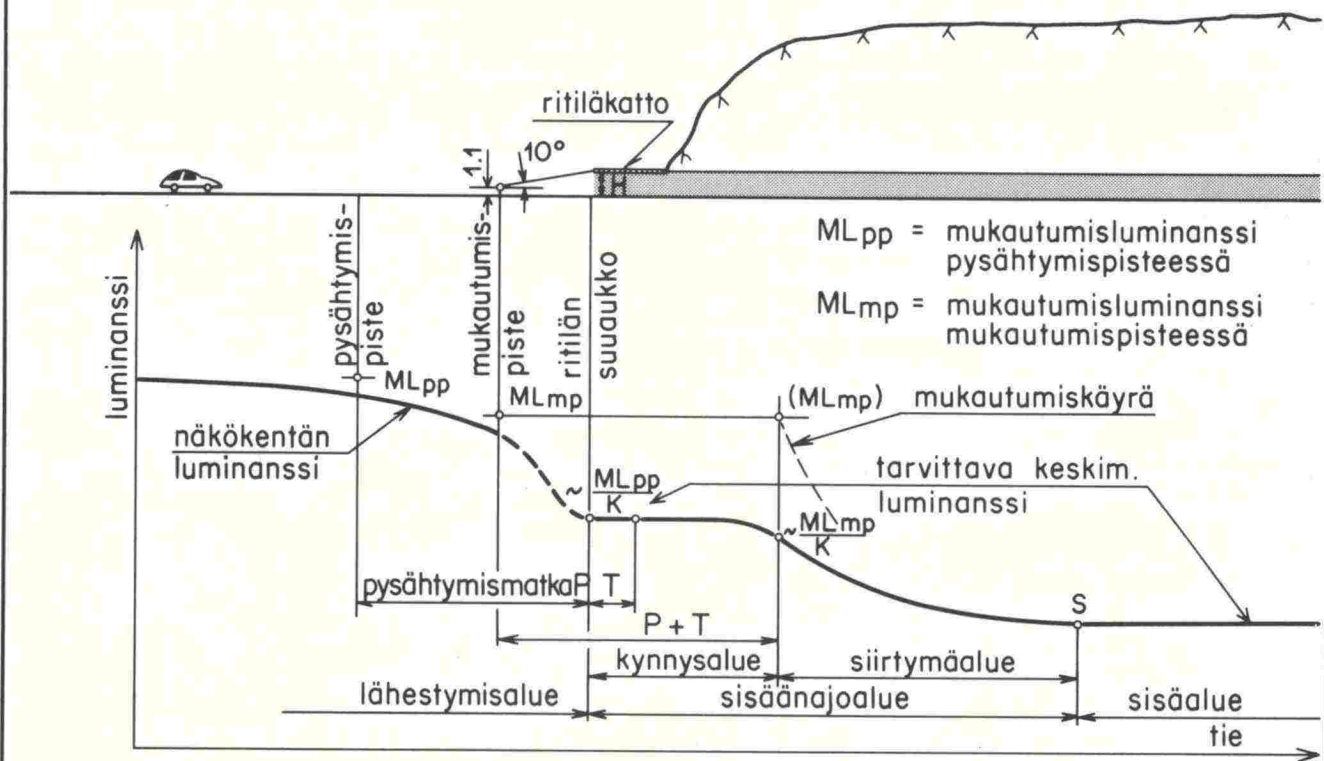
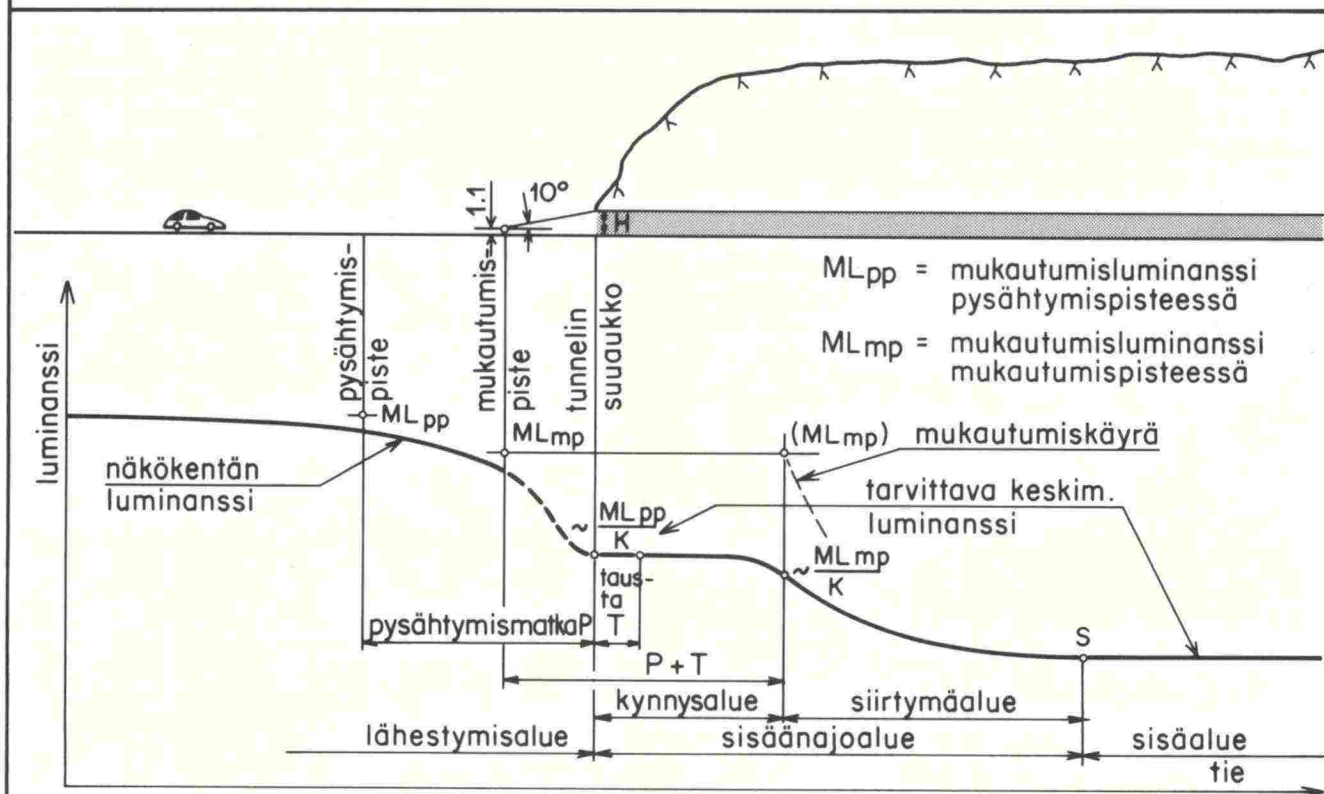
Mukautumispisteestä alkaa varsinainen mukautuminen pimeään tunneliin. Pisteestä etäisyys suuaukosta määräytyy tunnelin korkeudesta H kuvan 24 mukaisesti. Pysähtymis- ja mukautumispisteiden välillä kuljettajan on voitava nähdä esteet sellaiselta etäisyydeltä, että hän ehii pysähtymään. Jotta tämä olisi mahdollista, on taustalla oltava vähimmäisluminanssi, joka riippuu pisteiden välillä vallitsevasta mukautumisluminanssista.

Kynnysalue alkaa tunnelin suuaukosta ja päättyy siihen poikkileikkaukseen, jonka etäisyys



## Valaistusperiaatteet

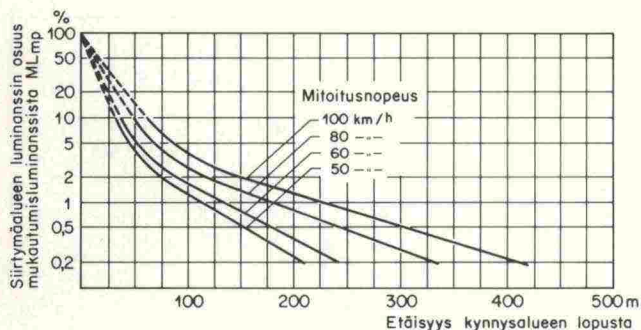
## Tunnellivalaistus



Kuva 24

mukautumispisteestä on pysähtymismatka + taustan pituus.

Siirtymäalueella olevat esteet näkyvät, jos mukautuminen alhaiseen luminanssiin tapahtuu kuvassa 25 esitettyjen mukautumiskäyrien osoittamalla tavalla. Siirtymäalueen kussakin poikkileikkauksessa tulee luminanssin olla vähintään teoreettisen käyrän määrittelemä osuus mukautumisluminanssista  $ML_{mp}$ .



Kuva 25.  
Siirtymäalueen luminanssi.

#### 1.462 VALAISTUSTEKNILLINEN MITOITUS

##### Näkökentän luminanssi

Lähestyttäessä tunnelia näkökentän luminanssi riippuu tässä kentässä olevien erilaisten pintojen luminansseista ja kuljettajan tarkastelutavasta.

Taivaan ja pintojen luminanssi riippuu päivänvalosta ja heijastusominaisuuksista. Valaistukseen taas vaikuttaa auringon ja taivaan säteily, pilvisyys, tunnelin sijainti ja suunta, lähestymisalueen ympäristö sekä suuaukon muoto.

Käytännössä näkökenttänä pidetään kartiota, jonka avauskulma on  $20^\circ$  ja akseli suunnattu kuljettajan silmäpisteen kautta samalle korkeudelle ajoradan yläpuolelle pysähtymismatkan etäisyydelle. Näkökentän luminanssi on tässä kartiossa esiintyvien luminanssien painotettu keskiarvo.

Koska mukautumisluminanssi vaikuttaa merkittävästi tunnelivalaistuksen kustannuksiin, tulisi näkökentän luminanssi mitata hankekohtaisesti. Vuoden suurimpia arvoja ei kuitenkaan tule käyttää lähtökohtana, vaan mitoitusperusteeksi valittava luminanssi saa ylittyä noin 700 päivänvalotunnin aikana (n. 15% ajasta).

##### Mukautumisluminanssi

Lähestymisalueen tietyssä pisteessä mukautumisluminanssi riippuu näkökentän luminanssista, joka vallitsee tässä pisteessä ja matkalla lähestyttäessä sitä.

Mukautumisluminanssi  $ML$  lasketaan kaavalla (1)

$$ML = \frac{3Le_1 + Le_2}{4}, \quad (1)$$

jossa  $Le_1$  on näkökentän luminanssi ( $cd/m^2$ ) pisteessä, jonka etäisyys tunnelin suuaukosta on  $e_1$  ja

$Le_2$  näkökentän luminanssi edellistä kauempana tunnelista olevassa pisteessä, jonka etäisyys tunnelin suuaukosta on  $e_2$ . Etäisyys  $e_2$  määritellään siten, että  $e_2 - e_1 = 5$  sekunnissa mitoitusnopeudella ajettu matka.

##### Kynnysalueen keskimääräinen luminanssi

Kynnysalueen keskimääräinen luminanssi  $L_{mk}$  lasketaan kaavalla (2)

$$L_{mk} = \frac{ML}{K}, \quad (2)$$

jossa  $ML$  on lähestymisalueen mukautumisluminanssi,  $cd/m^2$  ja  $K$  luminanssikerroin, joka saadaan taulukosta 5.

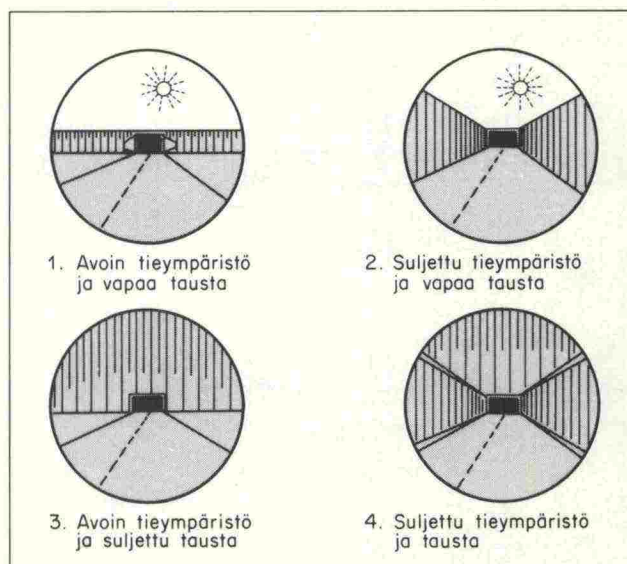
Mitoitusnopeus (km/h)	K	
	Sekaliikenne	Vain autoliikenne
120	9	11
100	11	13
80	13	15
60	15	17
≤ 50	16	18

Jos liikennemäärä on hyvin vähäinen/suuri poikkileikkaukseen nähden, kerrointa muutetaan  $\pm 20\%$ .

Taulukko 5.  
Suurin sallittu luminanssikerroin

Jos mukautumisluminanssia ei mitata maastossa tapauskohtaisesti, kynnysalueen keskimääräinen luminanssi voidaan määritellä likimääräisesti seuraavasti.

Pysähtymispisteestä tarkasteltuna määritellään lähestymisalueen valaistustilanne, kuva 26:



Kuva 26.  
Tunnelin lähestymisalueen valaistustilanne. Näkökenttänä pysähtymispisteessä sijaitseva kartio, jonka avauskulma on  $20^\circ$ .



Taulukosta 6 valitaan valaistustilanteen, mitoitusnopeuden ja liikenteen laadun avulla tarvittavat luminanssiarvot. Jos liikennemäärä on hyvin pieni poikkileikkaukseen nähden, arvoja pienennetään 20 %. Vastaavasti hyvin suurilla liikennemäärillä arvoja suurennetaan 20 %, ei kuitenkaan yli 100 km/h määrittelemän sekaliikenteen arvon.

Valaistus-tilanne	Mitoitusnopeus (km/h)	(L <sub>mk</sub> ) <sup>1)</sup>			
		Sekaliikenne		Vain autoliikenne	
		Kynnysalueen alussa	Kynnysalueen lopussa	Kynnysalueen alussa	Kynnysalueen lopussa
1	120	710 <sup>2)</sup>	350	630 <sup>2)</sup>	280
	100	580 <sup>2)</sup>	290	510 <sup>2)</sup>	240
	80	460 <sup>2)</sup>	230	400 <sup>2)</sup>	200
	60	320 <sup>2)</sup>	170	230	170
	≤ 50	240	150	210	150
2	120	470 <sup>2)</sup>	200	390 <sup>2)</sup>	170
	100	390 <sup>2)</sup>	170	330 <sup>2)</sup>	150
	80	310 <sup>2)</sup>	140	270	130
	60	220	120	180	110
	≤ 50	170	110	150	100
3	120	290	190	250	160
	100	240	160	210	140
	80	200	140	170	120
	60	160	120	140	100
	≤ 50	140	110	120	90
4	120	180	110	150	90
	100	150	90	130	80
	80	120	80	110	70
	60	90	70	80	60
	≤ 50	80	60	70	50

1) Arvot on laskettu 5 m korkuiselle tunnelille.

Jos korkeus on 7,5 m, arvoja pienennetään 10 %.

2) Ritiälakattoja tulisi käyttää suurien luminanssivaatimusten takia.

#### Taulukko 6.

Kynnysalueen keskimääräinen luminanssi (cd/m<sup>2</sup>).

Kynnysalueen pituus ilmenee taulukosta 7.

Mitoitusnopeus (km/h)	Suuaukon korkeus (m)	
	5	7,5
120	210	195
100	145	130
80	85	75
60	45	35
≤ 50	25	15

Arvot ovat vaakasuoraa tietä varten.

Pituuskaltevuuden ollessa ±5 %, pituuksia muutetaan vastaavasti ±5—10 %.

#### Taulukko 7.

Kynnysalueen pituus (m).

Koska mukautumisluminanssi yleensä pienenee pysähtymis- ja mukautumispisteiden välillä, kynnysalueen luminanssia vähennetään vastaavasti, kuva 24.

Kynnysalueen keskimääräisen luminanssin tulee automaattisesti muuttua päivänvalon vaihteluiden mukaan. Tämä hoidetaan ohjaamalla valaistus 2—4-portaisesti. Portaiden välinen luminanssisuhte ei saa olla suurempi kuin 3:1.

Ritiläkattoja käytettäessä varjostimen alle tuleva valaistus määritellään alhaisimman päivänvalovaiheen mukaan.

#### Siirtymäalueen keskimääräinen luminanssi ja pituus

Keskimääräinen luminanssi määritellään kuvasa 25 olevien käyrien avulla. Käyrien oletetaan alkavan kynnysalueen päätepisteestä luminanssin arvolla ML<sub>mp</sub>. Tarvittava luminanssi lasketaan tämän jälkeen käyrien avulla niin pitkälle osuudelle, että sisäalueen luminanssivaatimus saavutetaan (piste S kuvassa 24).

Siirtymäalueen pituuden ja luminanssin tulee automaattisesti muuttua päivänvalovaihteluiden mukaan.

#### Sisäalueen keskimääräinen luminanssi

Tunnelin sisäalueen keskimääräisen luminanssin tulee päivällä täyttää taulukon 8 vähimmäisvaatimukset.

Mitoitusnopeus (km/h)	L <sub>m</sub>	
	Sekaliikenne	Vain autoliikenne
120	20	10
100	15	8
80	8	4
60	4	3
50	3	3

Tunnelin seinien luminanssin tulee olla vähintään 0,3 × L<sub>m</sub> 2 m korkeudelle.

#### Taulukko 8.

Sisäalueen keskimääräinen luminanssi (cd/m<sup>2</sup>).

#### Ulostuloalue

Periaatteessa ulostuloalue esiintyy vain yksisuuntaisissa tunneleissa. Koska silmä mukautuu nopeasti tultaessa heikosta valaistuksesta voimakkaaseen riittää, kun sisäalueen valaistus ulotetaan tunnelin loppuun saakka. Kaksisuuntaisten tunneleiden molemmat päät ovat samanlaiset.

#### Tasaisuus

Luminanssin tasaisuuden tulee kaikilla alueilla olla vähintään 0,4 (L<sub>min</sub> : L<sub>m</sub>).

#### Viikkuminen ja häikäisy

Samanaikaisesti sytytetyt valopisteet on sijoitettava sellaiselle etäisyydelle toisistaan, ettei niitä käyttönopeudella jouduta ohittamaan taajuudella 2,5—15 Hz. Taulukon 9 osoittamia valopisteiden välimatkoja tulee välttää.

Valaisimien aiheuttama häikäisy tulee rajoittaa.

Mitoitusnopeus (km/h)	Välimatka (m)
120	2—14
100	2—11
80	2—9
60	1—8
≤ 50	1—6

Taulukko 9.

Ei suositeltavat valopisteiden välimatkat.

**Optinen ohjaus**

Valaisimet tulee sijoittaa siten, että ne parantavat tunnelin seinien näkymistä ja selventävät tien suuntausta.

Valaisimet tulisi sijoittaa yhtenäisiksi jonoiksi, jotka näkyvät etäältä ennen tunnelia.

**Hätävalaistus**

Hätävalaistus on mitoitettava siten, että päivällä ja yöllä saadaan aikaan valaistusluokka E vähintään 10 minuutin ajaksi. Tämän lisäksi tulee muuttuvien opasteiden tulla näkyviin automaattisesti ja toimia niin kauan, että kunnossapitohenkilökunta ehtii paikalle.

**1.463 VALAISTUSLAITTEET****Lamput**

Lamput valitaan kohdassa 1.31 esitetyillä periaatteilla.

**Valaisimet**

Tunnelivalaisimet valitaan kohdassa 1.32 esitetyillä periaatteilla.

Valaisimien tulee olla lujia, tiiviitä, korroosionkestäviä sekä helposti asennettavia ja huollettavia.

Valonjako-ominaisuudet tulee valita ottaen huomioon valaisimien sijainti (katto tai seinä) sekä päällysteen ja seinien heijastusominaisuudet. Valonjako voi olla symmetrinen pituussuuntaan tai vastavaloperiaatteella toimiva.

Valaisimien kotelointiluokan tulee olla IEC IP 34 (roiskeveden pitävä).

Valaisimet voidaan sijoittaa kattoon yhteen tai kahteen riviin taikka seiniin.

Pitkittäissymmetriset loiste- tai pienpainenatriumvalaisimet asennetaan pituussuuntaan yhtenäisiksi riveiksi kattoon tai seiniin.

Vastavaloperiaatteella toimivat suurpainenatriumvalaisimet voidaan sijoittaa vain kattoon.

Pistemäisiä valonlähteitä käytettäessä on vilkkumisen estäminen ja häikäisynrajoitus otettava huomioon.

Valaisimien sijoitusta valittaessa otetaan huomioon seuraavat näkökohdat:

- sijainti poikkileikkauksessa kuvan 1 mukaisesti ellei valaistusteknisillä laskelmilla voida muuta osoittaa,
- riittävät turvaetäisyydet valaisimen ja liikenteen välillä sekä
- kunnossapitotoimenpiteet.

**Lähestymisalue**

Mukautumisluminanssia on pyrittävä pienentämään rajoittamalla päivänvalon pääsyä lähestymisalueelle ja vähentämällä lähiympäristön pintojen heijastusominaisuuksia. Käyttökelpoisia keinoja ovat:

- tumma ja karkea tienpäällyste,
- tummat ja karkeat leikkausluiskat, tukimuurit, esim. puut, pensaat ja maalaus,
- tumma ja karkea tunnelin suuaukon ympäristö,
- tunnelin suuaukon ja sen ympäristön muotoilu ja käsittely siten, ettei alhaalla oleva aurinko tai kirkas taivas tule taustaksi ja
- korkea tunnelin tai ritiläkaton suuaukko.

**Tunnelin sisäosa**

Tarvittavan valomäärän vähentämiseksi tulee tunnelin sisäosan heijastusominaisuuksien olla mahdollisimman hyvät. Tämä saadaan aikaan käyttämällä vaaleita ja karkeita tienpäällysteitä sekä seinien pintakäsittelyä.

**Ulostuloalue**

Jotta siirtyminen tunnelivalaistuksesta päivänvaloon ei tapahtuisi liian nopeasti, tulisi päivänvalon pääsyä tunneliin rajoittaa, pienentää päivänvalaistusta ja vähentää erilaisten pintojen heijastusominaisuuksia.

**Ritilät**

Ritiläkattoja voidaan käyttää lähestymisalueella päivänvalon vähentämiseksi. Betonista tai alumiinista valmistettujen rakenteiden likaantumiseen, kestävyys, lumen läpi pääsemiseen, korroosioon, ulkonäköön yms. on kiinnitettävä huomiota. Suora auringonvalo ei saa päästä tienpinnalle tai tielle näkyville ritilän osille.

**1.464 SÄHKÖLAITTEET**

Sähkönjakolaitteet valitaan ja sähköverkko mitoitetaan kohtien 1.35 ja 1.52 mukaisesti.

Lamput jaetaan tasaisesti eri vaiheille. Jos jake-luverkosto sallii, valaisimet asennetaan kahteen ryhmään, joita syötetään toisistaan riippumattomista verkoista.

Hyvin pitkien tunneleiden sähkönsaanti varmistetaan "no-break"-laitteistolla ja dieselgeneraattoreilla.



## 1.465 LYHYET TUNNELIT

Valaistuksen kannalta tunneli on lyhyt, jos sen ulostuloaukko näkyy ennen suuaukkoa. Lyhyt tunneli näkyy päivällä mustana kehyksenä.

Tunnelin pituudesta, muodosta ja liikenteestä riippuen mustan kehyksen vaikutus poistetaan valaisemalla koko tunneli tai vain sen keskiosa usean metrin alueella. Kummassakin tapauksessa valaistusteknilliset vaatimukset ovat päivällä samat kuin pitkän tunnelin kynnysalueella.

Valaistun tien tunnelissa käytetään yön aikana samaa valaistustasoa kuin tiellä. Valaisemattomalla tiellä olevaa lyhyttä tunnelia ei valaista yöllä.

Valaistustarpeen arvioinnissa voidaan käyttää taulukkoa 10, joka osoittaa valaisemattomien tunneleiden enimmäispituudet.

Valaistus-tilanne ks. kuva 26	Tunnelin pituus (m)			
	Sekaliikenne suora <sup>1)</sup>	kaarre <sup>2)</sup>	Vain autoliikenne suora <sup>1)</sup>	kaarre <sup>2)</sup>
1	30	20	45	25
2	35	25	50	30
3	40	30	55	35
4	45	35	60	40

- 1) Pituutta voidaan lisätä 10 m, jos vapaa tila rajoittuu pilareihin tms.  
2) Kaarresäde pienempi kuin 1,5 x tieosan minimisäde. Jos vapaa tila rajoittuu pilareihin tms. avoimeen rakenteeseen, pituutta voidaan lisätä 15 m.

Taulukko 10.

Valaisemattoman tunnelin enimmäispituus.

## 1.47 Liikennemerkit

Liikennemerkit pyritään aina sijoittamaan siten, että myös pimeällä tiellä kuljettaja havaitsee ne nopeasti ja voi lukea ne yksikäsitteisesti.

Merkki havaitaan yleensä sitä varmemmin mitä suurempi on koko ja luminanssikontrasti merkin ja taustan välillä. Merkin havaitsemisen ja lukemisen edellyttämä luminanssi taulun pinnalla riippuu ympäristön valaistusolosuhteista.

Valaisemattomalla tiellä ajoneuvon puolivalot saavat aikaan yleensä riittävän luminanssin heijastavan merkin pinnalle. Merkit tulisi sijoittaa siten, että ajoneuvon valot osuvat niihin lukemis-etäisyydeltä (50...100 m). Havaittavuutta ja paluuehijastavuutta voidaan edelleen parantaa käyttämällä tehoheijastavaa kalvoa.

Valaistulla tiellä ja erikoisesti taajamissa kuljettajan näkökentässä liikennemerkin ympäristössä tai taustalla olevat valopisteet vähentävät mahdollisuuksia merkin havaitsemiseen ja lukemiseen. Tällaisia häiritseviä tekijöitä ovat:

- paljon valopisteitä näkökentässä, esim. tievalaistus,
- näkökentän suuri mukautumisluminanssi, esim. korkea valaistusluokka,
- valovoimaiset valonlähteet, esim. huoltoasemien tai urheilukenttien valonheittimet,
- laajat valonlähteet, esim. näyteikkunat tai
- liikkuvat valonlähteet, esim. vastaantuleva liikenne.

Valaistavalla tiellä tievalaisimet ja merkit tulee sijoittaa liikenteenohjauseriaatteiden sallimissa rajoissa toisiinsa nähden siten, ettei liikennemerkkejä tarvitse valaista omilla, erillisillä valaisimilla. Merkki näkyy parhaiten silloin, kun lukemis-etäisyydeltä tarkasteltuna harsoluminanssin ( $L_V$ ) ja taulun pinnan pystysuoran valaistusvoimakkuuden ( $E_V$ ) osamäärä on pienimmillään. Lähimmän valaisimen tulee olla liikennemerkin etupuolella. Taulukossa 11 on eräitä esimerkkejä. Ajoneuvovalojen aiheuttama paluuehijastus lisää vielä merkin havaittavuutta.

Ajoradan yläpuoliset viitat ja suunnistustaulut on usein valaistava. Samoin sellaiset natriumvalossa olevat viittaryhmät ja suunnistustaulut, jotka sisältävät erivärisiä osia kuten moottoritille ohjaava vihreä-valkoinen opastus. Merkit valaistaan ulkopuolisilla valaisimilla taulukon 12 mukaisesti. Merkki sijoitetaan valaisinpylvään etupuolelle.

Merkin korkeus (m)	Lampun teho (W)	Valaisimen etäisyys	
		taulun pinnasta (mm)	taulun yläreunasta (mm)
Tie valaistu	≤ 2	300...600	100...350
	> 2	400...800	250...500
Tie valaisematon	≤ 1	300...600	100...350
	1...2	300...600	100...350
	> 2	400...800	250...500
	> 2	400...800	250...500

Elohopeavalaisimien välimatka 0,8...1,0 m. Leveät taulut voidaan valaista myös 40 W:n loistevalaisimilla.

Taulukko 12.

Liikennemerkkien valaiseminen.

Valaisimien sijainti ja rakenteiden yksityiskohdat on esitetty TVH:n tyyppiirustuksissa.

Poikki-leikkaus	Valaistustyyppi/asennuskorkeus/lampun teho	Valonjako	Vakiokokoinen liikennemerkki		Suunnistustaulu		Yläpuoliset opasteet	
			vas	oik	vas	oik	vas	oik
10/7	A1/10/250	lyhyt/leveä pitkä/kapea	5—10 20—25	5—10 20	6—9 20—25	4—5 20	3—4 10—15	3—4 5—10
2 x 12,5/7,5	B2/12/400	puolipitkä/ leveähkö	5—10	17—22		17—22	5—10	5—10

Taulukko 11.

Liikennemerkkien etäisyys valaisinpylvästä (m).

### 1.48 Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen

Vähentämistapa valitaan siten, että se vaikuttaa mahdollisimman vähän valaistuksen tasaisuuteen. Vähentämistapa riippuu valaistustyyppistä ja ohjausmenetelmästä.

Liittymissä valaistuksen vähentäminen ei saa vaikuttaa haitallisesti liittymän havaittavuuteen ja kääntymiskohtien näkyvyyteen (esim. erkanemisrampin ja ryhmittymiskaistojen siirtymäosat).

Nykyisiä yksirivisiä valaistuksia käsiteltäessä tasaisuuden huononemista ei voida välttää, jos joka toinen valaisin sammutetaan. Tämä keino soveltuu varsinkin vanhempiin asennuksiin, joissa on lyhyehköt pylväsvälit. Sellaisilla teillä, joiden yleistasaisuus  $U_0 \leq 0,4$  on käytettävä kaksilampuisia valaisimia, himmennintä tai vastaavaa laitetta, ellei valaistusta voida sammuttaa kokonaan kohteen sijainnin perusteella.

Kaksiriviset valaistustyypit käsitellään siten, että syntyy vuorottainen asennustapa.

Kaksirivinen vuorottainen valaistustyyppi muutetaan yksiriviseksi. Sammutettava puoli määritellään liikenneympäristön mukaan.

Liikennemerkkien valaisimet sammutetaan, jos tievalaistus sammutetaan kokonaan. Liikennemerkkien valaistus pidetään täysitehoisena silloin, kun tievalaistusta vähennetään osittain.

### 1.49 Taajamatiet

Taajaman ulkopuolella yleisen tien pinta valaistetaan autonkuljettajan näkemisvaatimusten takia. Taajamatien liikenneympäristössä on monia valaistavia pintoja ja kohteita sekä useita havaitsojia.

Taajamatiellä on runsaasti liikenteen lajeja ja tapahtumia. Liikenteessä olevat arvioivat helposti väärin toistensa tarkoituksia varsinkin, kun jalankulkijat ja pyöräilijät voivat liikkua arvaamattomasti. Edelleen kevyellä liikenteellä on varsin pieni näkyvä pinta.

Taajamassa sijaitsevan yleisen tien valaistusteknilliset vaatimukset on esitetty luvussa 1.2. Näiden lisäksi valaistustason on oltava sellainen, että jalankulkijat ja pyöräilijät pystyvät tunnistamaan toisensa, kadunnimikilvet voidaan lukea, vieraat löytävät reittinsä jne.

Valaistustyyppi, asennuskorkeus, rakenteet ja kalusteet valitaan taajaman olosuhteisiin ja mittoihin sopiviksi sekä sijoitetaan mahdollisimman näkymättömiksi. Ulkonäköseikkoihin on muutenkin kiinnitettävä erikoista huomiota.

Valaisimet valitaan ja sijoitetaan siten, että talojen sisälle vaikuttava häikäisy on olematonta. Valolajin tulee olla miellyttävä ja tyydyttää kaikkien liikennelajien tarpeet sekä sopia eri vuodenaikojen olosuhteisiin.

Valaistuksen tulisi korostaa katunäkymiä. Sen tulisi antaa luonnollinen ja oikea kuva tietilasta valaisemalla sopivasti ympäristöä, puita ja rakennusten moni-ilmeisiä julkisivuja.



## 1.5 Suunnittelumenetelmät

### 1.50 Yleistä

Tievalaistuksen suunnittelussa pyritään määrittelemään oikea ja kokonaisvaikutuksiltaan edullisin valaistusratkaisu ottaen huomioon edellä esitetyt näkökohdat valaistusluokista, valaistulaitteista ja valaistusperiaatteista (luvut 1.2... 1.4). Suunnitteluprosessi sisältää peräkkäisiä osavaiheita ja tehtäviä sekä eriasteisia suunnitelmia. Suunnitelmat liittyvät kiinteästi muuhun tiensuunnitteluun tai ne laaditaan olemassa olevalle tielle erillistä valaistushanketta varten.

Suunnitteluprosessin keskeisimmät lopputulokseen vaikuttavat tehtävät ovat valaistusteknillinen ja sähkötekniillinen mitoitus sekä valaistusteknillisesti samanarvoisten vaihtoehtojen vertailu kustannuslaskennan avulla.

### 1.51 Valaistusteknillinen mitoitus

Valaistusteknillinen mitoitus eli luminanssin ja valaistusvoimakkuuden laskeminen suoritetaan rakennussuunnitteluvaiheessa. Alustavissa tai pistekohtaisissa tarkasteluissa laskenta voidaan tehdä likimääräismenetelmin, mutta helpoimmin ja tarkimmin laskeminen tapahtuu tietokoneella.

Likimääräiset graafiset ja tietokonemenetelmät perustuvat kohdassa 1.331 esitettyihin luminanssin (L) ja valaistusvoimakkuuden (E) määritelmiin ja laskentatapoihin.

#### 1.511 LIKIMÄÄRÄISET ANALYYTTISET JA GRAAFISET MENETELMÄT

Luminanssin ja valaistusvoimakkuuden alustavaa laskemista varten käytetään seuraavia menetelmiä.

##### Analyttiset menetelmät

Valaistusvoimakkuuden keskiarvomenetelmä, jossa kohteen keskimääräinen luminanssi lasketaan kaavalla (1)

$$L_m = \frac{1}{F} \cdot \frac{\phi}{s \cdot b} \cdot \eta \cdot \beta, \quad (1)$$

jossa  $L_m$  on keskimääräinen luminanssi ( $\text{cd/m}^2$ ),

F	luminanssikerroin ( $\text{lx/cd/m}^2$ ),
$\phi$	lampun valovirta ( $\text{lm}$ ),
s	pylväsväli (m),
b	tien leveys (m),
$\eta$	valaistusvoimakkuuden hyötysuhde (0,30—0,35) ja
$\beta$	alenemakerroin (0,75—0,85).

Luminanssikerroin on ajoradan päällysteestä riippuen:

Päällyste	F
R1	11
R2	15
R3	16
R4	15

Hyötysuhdemenetelmä, jossa kohteen keskimääräinen luminanssi lasketaan kaavalla (2)

$$L_m = \frac{\phi \cdot \beta}{s \cdot b} \cdot (\eta l m_1 + \eta l m_2), \quad (2)$$

jossa  $L_m$ ,  $\phi$ ,  $\beta$ ,  $s$ ,  $b$  ovat kuten edellä sekä  $\eta l m_1$  hyötysuhdekerroin valaisimen pystyakselin pientareen puolella ja  $\eta l m_2$  hyötysuhdekerroin valaisimen pystyakselin tien puolella.

Hyötysuhdekertoimet on esitetty valaisinvalmistajien luetteloissa valmiina käyrinä. Luminanssin tasaisuus esitetään yleensä valaisinkohtaisesti hyötysuhdekäyrien yhteydessä.

##### Graafiset menetelmät

Isoluminanssikäyrämenetelmä, jossa isoluminanssikäyrillä, joita on erilaisille valaisimille ja päällysteille erikseen, voidaan tietyille pylväsväliille ja asennuskorkeudelle laskea luminanssin keskiarvo ja tasaisuudet piirtämällä suunnittelukohde käyrästä esittämään mitta-kaavaan. Käyrät ilmoittavat montako %  $L_{\text{max}}$ -arvosta käyrän luminanssi on. Pisteiden luminanssin laskemisessa riittää kolmen valaisimen huomioon ottaminen.

EP- ja CP-diagrammit. EP-diagrammeissa on esitetty erilaisille valaisimille, tien päällysteille ja asennuskorkeuksille käyrät, joissa tekijä  $\cos^3 \gamma$  on vakio. Luminanssi halutussa pisteessä on pisteessä olevan valovoiman ja valaisimen kohdalla olevien käyrien osoittamien lukujen summan tulo. EP-diagrammeja voidaan käyttää CP-diagrammeina siten, että ne asetetaan keskipisteet valaisimien kohdalle. Tarkasteltavan pisteen luminanssi on käyrän keskipisteessä olevan valaisimen tarkastelupisteeseen aiheuttaman valovoiman ja käyrästä interpoloidun arvon tulo.

#### 1.512 TIETOKONEMENETELMÄ

Tietokonemenetelmä on erittäin käyttökelpoinen sen nopeuden, luotettavuuden ja sen antaman suuren tietomäärän takia. Menetelmä on ainoa mahdollinen vaikeissa valaistusratkaisuissa.

Ennen laskentaa hankitaan seuraavat perustiedot:

- valaisimien valonjako-ominaisuudet ja
- päällysteiden heijastusominaisuudet.



Tiensuunnittelutoimisto huolehtii, että tiedostossa on ajankohtaisten valaisimien ja päällysteiden tiedot suunnittelua varten. Laskennan yhteydessä annetaan seuraavat tiedot:

- päällyste,
- valaisin,
- valaisimen kallistuskulma ja kierto,
- lampun valovirta, teho liitäntälaitteineen, valolajista johtuva korjauskerroin, lampputyyppi,
- alenemakerroin,
- valaistustyyppi,
- valaisimien sijainti poikkileikkauksessa,
- laskenta-alueen leveys,
- asennuskorkeus,
- pylväsvälit ja valaisimien lukumäärä,
- laskentaruudukon mitat ja sijainti sekä
- havaitsijan paikka.

Ohjelma tulostaa seuraavat tiedot:

- laskentapisteen luminanssi- ja valaistusvoimakkuusarvot,
- pituus- ja poikkisuunnassa keskimääräinen luminanssi ja valaistusvoimakkuus sekä näiden tasaisuudet,
- koko laskenta-alueen keskimääräinen luminanssi ja valaistusvoimakkuus, suurin ja pienin luminanssi ja valaistusvoimakkuus sekä näiden tasaisuudet ja
- häikäisyarvot G ja TI.

Lähtöarvoja vaihtelemalla etsitään valaistusteknilliset vaatimukset täyttävä ratkaisu.

Laskentatulokset kerätään yhdistelmätaulukoon käytettäväksi hankkeissa, joissa on sama poikkileikkaus. Samojen tulosten avulla voidaan tarkastella myös muita lamppukokoja. Luminanssi ja valaistusvoimakkuus muuttuvat valovirtojen suhteessa. Tasaisuudet pysyvät muuttumattomina, häikäisyarvot on selvitettävä kuitenkin omalla laskennalla.

Tiensuunnittelutoimisto kerää ja toimittaa piireille mitoituslaskelmia käytettäväksi yleisimminkin esiintyvissä hankkeissa.

## 1.52 Sähköverkon mitoitus

Tievalaistuksen johtoverkon mitoituksen lähtökohtia ovat tunnetut kuormitustiedot ja asennustapa. Verkon tulee suunniteltavan alueen olosuhteissa täyttää tehtävänsä mahdollisimman taloudellisesti sille asetettujen teknillisten vaatimusten ja määräysten puitteissa.

Johdon poikkipinnan valintaan vaikuttavat tärkeimmät mitoitusperusteet ovat terminen kuormitettavuus, jännitteen alennus- ja nolausehdot.

### 1.521 VERKON SUUNNITTELU

Verkon suunnittelussa tulee kohdassa 1.35 esitettyjen perusteiden lisäksi ottaa huomioon seuraavaa:

1. Ohjaus tulee suunnitella siten, että valaistuksen syttyminen ja sammuminen tapahtuu alu-

eellisesti yhteenliittyvillä teillä samanaikaisesti. Jos tämä ei ole mahdollista esim. kahden kunnan rajalla, jolla on käytössä erilaiset ohjausjärjestelmät, tulee epäjatkuvuuskohtat valita sellaisiin kohtiin, että niistä aiheutuu tien käytölle mahdollisimman vähän haittaa.

Eri sähkölaitoksien väliset yhteisohjaukset tulee suunnitella siten, että jonkun sähkölaitoksen alueella suoritettavat verkoston muutokset, esim. säästökytkentöjä varten, eivät häiritse toiselle jakelualueelle siirtyvää ohjausta.

2. Valaistusverkon suunnittelussa pyritään mahdollisimman tasaisesti kuormitettuun symmetriseen 3-vaiheverkkoon.

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdollisesti toteutettavat valaistuksen ajoittaisen vähentämisen edellyttämät toimenpiteet ja näiden vaatimat varaukset johdoissa, pylväissä, valaisimissa ja keskuksissa.

Liittymäalueilla ryhmitys tulee suunnitella siten, että yhden vaiheen sammumissa optinen ohjaus edelleen säilyy eikä valaistuksen tasaisuus merkittävästi huonone.

Tien samassa poikkileikkauksessa olevat valaisimet tulee ryhmitellä eri vaiheille.

3. Verkon ja keskuksien mitoituksessa on otettava huomioon tulevaisuuden mahdollinen lisätehontarve joko myöhempien rakennusvaiheiden aiheuttamien verkon laajenemisen tai pistemäisten kuormitusten kuten sadevesipumppaamoiden, levähdysalueiden, siltojen jne. muodossa.

Suunniteltaessa säteettäisesti syötettäville ryhmäjohtoille rengassyöttömahdollisuuksia vikatapauksia varten, tulee ryhmien verkkoarvojen kuitenkin säilyä määräysten mukaisina.

4. Liikennemerkkit syötetään yksivaiheisesti, kun ne sijaitsevat valaisinpylväiden läheisyydessä eikä liikennemerkkin lamppujen kokonaisteho ole suurempi kuin vaihetta kohden tasattava tievalaisimen lampputeho.

Porttaalit ja suuret liikennemerkkiyksiköt valaistavalla tieosuudella sekä liikennemerkki-ryhmät valaistavan tieosuuden ulkopuolella syötetään 3-vaiheisesti. Lamput jaetaan vaiheittain symmetrisesti liikennemerkkin pituutta kohden.

Valaistavan alueen viimeiseltä pylväältä valaisemattomalle alueelle syötettävä liikennemerkkiryhmä on usein nolausehtojen aikaansaamiseksi haaroitettava erillisiltä välisulakkeilta. Muuten liikennemerkkien ja siltojen syötöt haaroitetaan suoraan tievalaistuksen ryhmäkaapelista.

Jos käytetään 2-portaista ohjausta, tulee valaistavat liikennemerkkit ja porttaalit ryhmitellä koko yön palavalle ryhmälle/vaiheelle.



## 1.522 MITOITUKSEN PERUSTEET

## Terminen kuormitettavuus

Jatkuva kuormitusvirta on vakiovirta, jonka kaapeli kestää ilmoitetuilla edellytyksillä ilman, että johtimissa tapahtuva lämpötilan nousu heikentää sen mekaanista lujuutta tai eristekerros vioittuu.

Sähköturvallisuusmääräyksissä on eristepäällysteille johtimille annettu suurimmat sallitut lämpötilat normaalikäytössä sekä enintään 5 s kestävän oikosulun aikana. Näihin perustuen on saatu oheinen kuormitettavuustaulukko 1 (StM 25.2—2).

AMKA-johdon asennus ei ole palonkestävä, min-kä vuoksi AMKA-johto on suojattava johdon alkupäässä olevalla ylikuormitussuojalla taulukon 2 mukaisesti (T56—79).

Johti- men poikki- pinta  mm <sup>2</sup> Cu	0,6/1 kV				5,8/10...26/45 kV			
	Ilmassa*)		Maassa		Ilmassa*)		Maassa	
	PVC (1)	Paperi (2)	PVC (1)	Paperi (2)	PE (3)	Paperi (4)	PE (3)	Paperi (4)
1,5	17	23	26	29				
2,5	24	31	35	39				
4	33	41	46	52				
6	43	51	57	63				
10	59	70	77	86	63	60	72	70
16	83	94	100	115	82	82	95	93
25	110	120	130	145	105	105	120	120
35	135	150	160	175	130	135	150	150
50	160	180	190	210	155	160	180	175
70	210	230	240	260	190	200	220	220
95	250	275	285	310	225	240	255	260
120	290	315	325	350	260	275	290	300
150	330	365	370	400	300	315	330	335
185	380	410	420	450	340	360	370	380
240	450	480	480	525	395	415	425	440
300	510	560	550	595	450	470	485	495
mm <sup>2</sup> Al	(5)	(6)	(5)	(6)	(7)	(8)	(7)	(8)
2,5	19		27					
4	26		36					
6	33	40	44	49				
10	46	55	60	67				
16	65	74	78	90	64	64	70	72
25	85	95	100	115	83	85	93	94
35	105	115	125	135	100	105	115	115
50	125	140	150	165	120	125	140	140
70	160	180	185	205	150	155	170	170
95	195	215	220	240	175	190	200	205
120	225	245	255	275	200	210	225	225
150	260	285	290	310	230	240	255	255
185	295	320	330	350	265	270	285	290
240	350	375	375	410	305	315	330	335
300	400	430	430	465	350	360	375	375

\*) Jäähdytysolosuhteet samat kuin jos kaapeli olisi vapaasti ilmassa.

## Taulukko 1.

Kaksi- tai useampijohtimisen kaapelin sallittu jatkuva kuormitusvirta.

Jos olosuhteet poikkeavat taulukon 1 oletuksista, käytetään StM 25 § taulukoiden 25.2-6...9 ja 25.2-11...14 mukaisia korjauskertoimia turvallisuusmääräyksissä annettujen ohjeiden mukaisesti.

AMKA-johto  (mm <sup>2</sup> )	Suurin sallittu jatkuva kuormi- tusvirta (A)	Ylikuormitussuojana käytetyn sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta (A*)
1 × 6 + 25	75	63 (125)
3 × 16 + 25	70	63 (125)
3 × 25 + 35	95	80 (160)
3 × 35 + 50	115	100 (200)
3 × 50 + 70	140	125 (250)
3 × 70(95) + 95	180	160 (315)
3 × 120 + 95	250	200 (400)

\* Sulakkeen nimellisvirtaa määritettäessä on otettu huomioon johtoa jäähdyttävänä tekijänä 0,6 m/s tuuli. Sulkeissa olevat arvot koskevat kahden AMKA-johdon rinnakkaiskytkentää.

## Taulukko 2.

AMKA-riippukierrehjohdon suurin sallittu kuormitusvirta ja yli-kuormitussuojana käytetyn sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta.

Kun osa 1 kV:n maakaapelista asennetaan maanpinnan yläpuolelle, sitä saa kuormittaa taulukon 1 sarakkeiden 1 ja 2 mukaisesti, ellei kaapelin olosuhteet (korjauskertoimet) maahan asennettuna rajoita kuormitusvirtaa näitä arvoja pienemmiksi.

Taulukossa 3 on esitetty johtoa suojaavan sulakkeen tai johdonsuojakytkimen suurin sallittu nimellisvirta, kun johdolla ei ole muuta ylikuormitussuojaa (StM taulukko 25.2-15).

Johdon sallittu kuormitusvirta vähintään  A	Suojaavan sulakkeen tai L-tyyppisen johdonsuojakytkimen suurin sallittu nimellisarvo B
14	10
20	16
25	20
32	25
41	35
58	50
73	63
93	80
116	100
146	125
185	160
232	200
292	250
365	315
464	400
583	500
733	630
930	800
1170	1000
1460	1250

## Taulukko 3.

Johtoa suojaavan sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta.

Sähköturvallisuusmääräysten mukaan johto on mitoittettava siten, ettei sen normaali kuormitusvirta ylitä käytetyn sulakkeen nimellisvirtaa silloin, kun sulake on johdon ainoa suoja eli sulake toimii ylikuormitus- ja oikosulkusuojana.



Taulukon 1 mukainen terminen kuormitettavuus voi tulla rajoittavaksi tekijäksi lähinnä taajamien lyhyissä raskaasti kuormitetuissa kaapeliverkoissa ja liityntäjohdoissa.

### Jännitteenalennus

Jännitteenalennus vaikuttaa toimitettavan sähkön laatuun. Suomalaisessa standardiehdotuksessa, joka perustuu IEC:n standardiin, suositellaan, että jännite ei sähkön luovutuskohdassa eroa nimellisjännitteestä normaalien käyttöolosuhteiden aikana enempää kuin  $\pm 10\%$ .

Tievalaistuksessa purkauslamppuja käytettäessä voidaan sallia kuitenkin vain  $\pm 6\%$  jännitteen vaihtelu nimellisjännitteestä. Liian alhaisen jännitteen takia lamput syttyvät eriaikaisesti tai jotkut lamput syttyvät ja sammuvat omia aikojaan. Samoin lampun valovirta alenee jännitteen pienentyessä, eikä vaadittua valaistustasoa saavuteta. Ylijännite aiheuttaa lamppujen ja liitännälaitteiden iän lyhentymisen ja aiheuttaa jaksotaista palamista käytön aikana.

Jännitteenalennus lasketaan yleensä lamppujen kuormitustehojen mukaan. Jos halutaan varmistaa, että ryhmien viimeiset lamput syttyvät samanaikaisesti muun tievalaistuksen kanssa olisi verkko laskettava lamppujen syttymisvirran mukaan.

Tievalaistuksessa tulee liitännälaitteiden yleensä olla valaisimissa.

Kun purkauslamput vaativat kuristimen lisäksi erillisen sytyttimen, tulee sytyttimen sijaita mahdollisimman lähellä lamppua, jotta liitännäjohdoissa ei syntyisi syttymistä vaikeuttavaa vaimennusta.

Kompensoinnilla on merkittävä tehohäviötä pienentävä vaikutus. Verkossa, jossa käytetään verkkokäskyohjausta saa kompensointiloisteho olla enintään noin 30 % jakelumuuntajan nimellistehosta, kun  $Z_k = 6\%$  ja vastaavasti enintään noin 50 %, kun  $Z_k = 4\%$  tai välijänniteverkossa enintään noin 15 % syöttömuuntajan nimellistehosta.

Jännitteenalennus lasketaan jakelumuuntamolta ryhmän viimeiseen valaisimeen. Tavanomaisissa tapauksissa kokonaisjännitteenalennus on liityntäjohdossa, ryhmäjohtossa ja valaisinjohtossa syntyvien jännitehäviöiden summa.

Jännitteenalennuksen kaavassa (3) oletetaan, että verkko on kolmivaiheinen ja kuormitus jaettu symmetrisesti sekä mahdollisimman tasaisesti eri vaiheille. Yhtälössä tarkastellaan yhtä (mielellä) raskaimmin kuormitettua vaihetta. Oletetaan huomioon vain esim. L2-vaiheen kuormitukset. Johdon L2-vaiheen jokaisesta kuormituspisteestä lähtevä kokonaiskuormitus (ryhmäjohtoa eteenpäin ja valaisinjohtoa ylös valaisimille) jaetaan kolmella ja merkitään kyseisen pisteen kuormitukseksi. Johto-osan  $l_i$  pituus on kahden L2-vaiheen kuormituksen välinen etäisyys. Ryh-

män päässä on kuormana viimeinen valaisin, jonka aiheuttama jännitteenalennus valaisinjohtossa on otettava kaksinkertaisena, jos valaisin syötetään yksivaiheisena.

$$p = \frac{0,1}{U^2 V} \sum_{i=1}^n l_i \sum_{j=i}^n (r_i + tg\varphi_j x_j) P_j, \quad (3)$$

jossa  
 $p$  on jännitteenalennus (%),  
 $U_V$  vaihejännite (kV),  
 $l_i$  johto-osan  $i$  pituus (km),  
 $r_i$  johto-osan  $i$  äärijohtimen resistanssi ( $\Omega/\text{km}$ ),  
 $x_i$  johto-osan  $i$  äärijohtimen reaktanssi ( $\Omega/\text{km}$ ),  
 $P_j$  kuormituspisteestä  $j$  lähtevä kuormitus (kW) ja  
 $tg\varphi_j$  kuormituspisteestä  $j$  lähtevää kuormaa vastaava häviökerroin.

### Nollausehdot

Tie- ja katuvalaistuksessa käytettävien sähkölaitteiden käyttöolosuhteet ovat vaaralliset. Vaarallisissa käyttöolosuhteissa on yleisin käytettävä suojausmenetelmä nollaus. Kiinteästi liitettävä laite kuten valaisin ja pylväk saadaan nollata laitteen sisällä.

Kun pienjänniteverkossa käytetään nollausta, tulee järjestelmän täyttää StM 9 § 5 mukaiset nollausehdot.

Ensimmäinen nollausehto tulee useimmiten tievalaistusverkon mitoituksessa rajoittavaksi tekijäksi lähinnä pitkillä ja suhteellisen kevyesti kuormitetuilla johdoilla.

Ensimmäisen nollausehdon mukaisesti ääri- ja nollajohtimen välisen eli yksivaiheisen oikosulun sattuessa missä tahansa galvaanisesti yhtenäisessä järjestelmässä on ylivirtasuojan tai muun suojalaitteen kytkettävä oikosulku nopeasti pois.

Ylivirtasuojia toimii nopeasti, jos pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta sen suojaaman järjestelmän osassa on vähintään taulukon 4 mukainen.

Ylivirtasuojia	Oikosulkuvirta		
	nimellisvirta $I_N$	jakeluverkossa	kuluttaja-asennuksessa
Sulake	$\leq 63 \text{ A}$	$2,5 \times I_N$	$3,5 \times I_N$
Sulake	$> 63 \text{ A}$	$3,0 \times I_N$	$4,5 \times I_N$
Johdonsuojakatkaisija	kaikki	$2,5 \times I_N$	$3,5 \times I_N$

**Taulukko 4.**  
Pienin oikosulkuvirta, jolla ylivirtasuojia toimii nopeasti.

Verkon nollausehtoja voidaan parantaa välisulakkeiden avulla (esim. valaistusryhmän päästä lähtevä liikennemerkkiryhmä varustetaan omilla sulakkeilla).



Verkon peräkkäisten sulakkeiden osalta on tarkistettava niiden keskinäinen selektiivisyys. Selektiivisyystarkastelu voidaan suorittaa sulakkeiden sulamiskäyrien avulla. Yleensä sulakkeet ovat selektiivisiä, jos niiden väli on vähintään kaksi porrasta.

Valaistusverkko on käyttömaadoitettava toisen nollausehdon vaatimusten mukaisesti.

Yksivaiheinen oikosulkuvirta lasketaan kaavasta (4)

$$I_k = \frac{U_v}{\sqrt{\left[\frac{2R_n}{3} + R_m + \sum_i (r_i + r_{oi}) l_i\right]^2 + \left[\frac{2X_n}{3} + X_m + \sum_i (x_i + x_{oi}) l_i\right]^2}}, \quad (4)$$

jossa  
 $I_k$  on oikosulkuvirta (kA),  
 $U_v$  vaihejännite (kV),  
 $l_i$  johto-osan i pituus (km),  
 $r_i$  johto-osan i äärijohtimen resistanssi (Ω/km),  
 $r_{oi}$  johto-osan nollajohdon resistanssi (Ω/km),  
 $x_i$  johto-osan i äärijohtimen reaktanssi (Ω/km),  
 $x_{oi}$  johto-osan i nollajohtimen reaktanssi (Ω/km),  
 $R_m$  muuntajan resistanssi (Ω),  
 $X_m$  muuntajan reaktanssi (Ω),  
 $X_n$   $\frac{1,1 \cdot U^2}{S_{kn}}$  = suurjänniteverkon oikosulku-reaktanssi muuntajan pienjännitepuolelle redusoituna (Ω),

$R_n$   $0,1 \cdot X_n$  = suurjänniteverkon oikosulku-resistanssi muuntajan pienjännitepuolelle redusoituna (Ω),  
 $U$  pienjänniteverkon pääjännite (kV) ja  
 $S_{kn}$  suurjänniteverkon oikosulkuteho muuntajan kohdalla (MVA).

Jos suurjänniteverkon oikosulkutehoa ei tiedetä, voidaan käyttää arvoa  $S_{kn} = 50$  MVA.

Lamppujen, pienjännitejohtojen ja muuntajien arvot on esitetty taulukoissa 5...7.

Lamppu	Nimellisteho (W)	Liitäntäteho (W)	Kompensoimaton lamppuvirta		Kompensoitu lamppuvirta	
			I sytt.	I palam.	I sytt.	I palam.
Elohopea-lamput	50	59	0,80	0,62	0,38	0,30
	80	90	1,20	0,80	0,72	0,47
	125	139	1,80	1,15	1,15	0,71
	250	268	3,60	2,15	2,42	1,36
	400	422	5,40	3,25	3,71	2,14
Suurpaine-natrium-lamput	50	58	1,00	0,75	0,46	0,33
	70	83	1,30	1,00	0,56	0,43
	100	111	1,60	1,20	0,80	0,60
	150	170	2,20	1,80	1,04	0,85
	210	230	3,30	2,50	1,56	1,18
	250	280	3,80	3,00	1,68	1,39
	350	373	5,20	3,45	3,70	2,30
Pienpaine-natrium-lamput	400	436	6,00	4,45	2,94	2,17
	Hajakenttämuuntaja					
	35	59			<0,29	0,29
	55	80			<0,40	0,40
	90	132			<0,66	0,66
	135	185			<0,93	0,93
	180	244			<1,23	1,23
	Hybridipiiri					
	55	73			<0,37	0,37
	90	116			<0,59	0,59
	135	168			<0,85	0,85
	180	231			<1,17	1,17
	"E-malli" Hybridipiiri					
	1) 26	55			<0,28	0,28
	36	60			<0,30	0,30
	66	101			<0,51	0,51
	91	134			<0,68	0,68
	131	178			<0,89	0,89

Pienpainenatriumlamppujen liitäntätehoarvot 10000 h kuluttua  
1) Liitäntälaitteena hajakenttämuuntaja

Taulukko 5.  
Lamppujen nimellistehoja vastaavat kuormitusarvot.

Johto		Vaihejohdon imped./Ω/km		Nollajohdon imped./Ω/km	
		r <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	r <sub>oi</sub>	x <sub>oi</sub>
AMKA	3 × 120 + 95	0,275	0,0830	0,384	0,0780
	3 × 95 + 95	0,345	0,0970	0,384	0,0780
	3 × 70 + 95	0,467	0,0980	0,384	0,0780
	3 × 50 + 70	0,655	0,1010	0,522	0,0790
	3 × 35 + 50	0,938	0,1040	0,731	0,0790
	3 × 25 + 35	1,309	0,1060	1,044	0,0800
	3 × 16 + 25	2,046	0,1100	1,461	0,0800
	1 × 16 + 25	2,046	0,0830	1,461	0,0830
Cu-avoj.	4 × 70	0,291	0,3200	0,291	0,3400
	2 × 50	0,407	0,3300	0,407	0,3500
	4 × 35	0,581	0,3400	0,581	0,3700
	4 × 25	0,814	0,3500	0,814	0,3700
	4 × 16	1,272	0,3700	1,272	0,3800
	4 × 10	2,035	0,3800	2,035	0,3800
	4 × 6	3,391	0,3900	3,391	0,3900
Cu-avoj.	3 × 70 + 50	0,291	0,3200	0,407	0,3500
	3 × 50 + 35	0,407	0,3300	0,581	0,3700
	3 × 35 + 25	0,581	0,3400	0,814	0,3700
	3 × 25 + 16	0,814	0,3500	1,272	0,3800
	3 × 16 + 10	1,272	0,3700	2,053	0,3800
	3 × 10 + 6	2,035	0,3800	3,391	0,3900
AMCMK	3 × 18 + 56	0,181	0,0694	0,362	0,0130
	3 × 120 + 41	0,276	0,0697	0,495	0,0120
	3 × 95 + 30	0,347	0,0697	0,677	0,0130
	3 × 70 + 21	0,469	0,0701	0,967	0,0130
	3 × 50 + 15	0,656	0,0738	1,372	0,0137
	3 × 35 + 10	0,934	0,0767	2,301	0,0160
	3 × 25 + 10	1,308	0,0839	2,031	0,0174
	3 × 16 + 10	2,040	0,0848	2,031	0,0210
APAKM	3 × 185 + 185	0,184	0,0603	0,184	0,0086
	3 × 150 + 150	0,224	0,0613	0,224	0,0077
	3 × 120 + 120	0,279	0,0622	0,279	0,0062
	3 × 95 + 95	0,349	0,0631	0,349	0,0066
	3 × 70 + 70	0,472	0,0660	0,472	0,0075
	3 × 50 + 50	0,659	0,0691	0,659	0,0079
	3 × 35 + 35	0,937	0,0723	0,937	0,0082
	3 × 25 + 25	1,308	0,0754	1,308	0,0094
PLKVJ	3 × 120 + 70	0,170	0,0848	0,284	0,0120
	3 × 95 + 50	0,212	0,0848	0,393	0,0140
	3 × 50 + 25	0,393	0,0880	0,078	0,0150
	3 × 25 + 16	0,783	0,0942	1,246	0,0210
	3 × 10 + 10	1,961	0,1099	1,961	0,0310
MCMK	3 × 10 + 10	1,961	0,1099	1,961	0,0310
	1 × 10 + 10	1,960	0,1099	1,961	0,0310
	3 × 2,5 + 2,5	7,726	0,1200	7,726	0,0400
	3 × 1,5 + 1,5	12,868	0,1250	12,868	0,0430
MMJK	4 × 16	1,246	0,1037	1,246	0,0250
	4 × 10	1,961	0,1099	1,961	0,0310
	4 × 6	3,254	0,1150	3,254	0,0350

Taulukko 6.  
Pienjännitejohtojen impedanssit (40°C).



Teho (kVA)	zk %	10 kV		20 kV	
		rk	xk	rk	xk
16	4	0,33125	0,22422	0,33125	0,22422
30	4	0,13867	0,16212	0,14222	0,15901
30	6	0,13867	0,28839	0,14222	0,28666
50	4	0,07296	0,10517	0,07680	0,10240
50	6	0,07296	0,17760	0,07680	0,17597
100	4	0,03264	0,05505	0,03136	0,05579
100	6	0,03264	0,09028	0,03136	0,09073
200	5	0,02260	0,03828	0,01180	0,03822
200	6	0,01160	0,04658	0,01180	0,04653
300	5	0,00684	0,02577	0,00729	0,02565
300	6	0,00684	0,03126	0,00729	0,03116
315	5	0,00685	0,02445	0,00701	0,02441
315	6	0,00685	0,02970	0,00701	0,02966
500	5	0,00365	0,01558	0,00365	0,01558
500	6	0,00365	0,01885	0,00365	0,01885
700	5	0,00252	0,01115	0,00254	0,01114
700	6	0,00252	0,01348	0,00254	0,01348
800	5	0,00202	0,00979	0,00200	0,00980
800	6	0,00202	0,01183	0,00200	0,01183
1000	6	0,00165	0,00946	0,00160	0,00947
1250	6	0,00144	0,00754	0,00131	0,00757
1600	6	0,00095	0,00592	0,00086	0,00594
2000	6	0,00067	0,00475	0,00069	0,00475

Taulukko 7.  
Muuntajien impedansseja pienjännitepuolelle redusoituna.

### 1.53 Kustannuslaskenta

Tienpidon eri vaiheissa tarvitaan kustannustieto- ja tievalaistuksen rakentamisesta ja kunnossapidosta:

- valaistuksen kannattavuutta ja tarpeellisuutta arvioitaessa,
- hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä,
- toteuttamishajonnan laatimisessa,
- valaistustyyppien ja rakenteiden vertailussa,
- kustannusarvioissa ja
- tavoitebudjeteissa.

Laskentamenetelmä, tarkkuus ja yksiköt vaihtelevat tilanteen mukaan.

Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelmaan sisältyvät kustannusarviot ovat alustavia. Hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä ja toteuttamishajonnan laatimisessa kustannukset lasketaan yleensä seurannasta saatujen kilometrihintojen avulla.

Yksittäisen tievalaistushankkeen tarpeellisuuden arvioinnissa kustannukset voidaan laskea valaistussyksikön hintojen tai kilometrihintojen perusteella.

Tievalaistuksen rakennussuunnitelmaa laadittaessa valaistustyyppien ja rakenteiden vertailu suoritetaan kustannuslaskennalla, joka perustuu merkittävien osien yksikköhintoihin. Tämä menetelmä selostetaan seuraavissa kohdissa. Hallinnolliseen käsittelyyn tarvittava kustannusarvio laaditaan hinnoitteleamalla siinä vaiheessa käytettävissä oleva suoriteluettelo ajankohtaisten yksikköhintojen avulla.

Rakennus (asennus)hankkeen toimintasuunnitelmaan sisältyvä tavoitebudjetti perustuu viimeistelyyn suoriteluetteloon sekä ajankohtaisiin hankinta- ja asennushintoihin.

### 1.531 RAKENNUSKUSTANNUKSET

Lähinnä vaihtoehtojen ja rakenteiden vertailua varten rakennuskustannukset lasketaan menetelmällä, jossa otetaan huomioon merkittävien, toimintakunnossa olevien osien hinnat ja työ- kustannukset seuraavasti:

- pylväs ja jalusta,
  - hankinta
  - perustaminen ja pystytys
  - varren, kytkentäkalusteen ja sisäisen kaapelin asennus
  - yleiskustannukset
- valaisin ja ensimmäinen lamppu,
  - hankinta
  - asennus
  - yleiskustannukset
- sähköjakolaitteet,
  - kaapelien ja johtojen hankinta
  - kaivannon teko ja täyttö, kaapelin asennus, kouru
  - keskusten hankinta ja asennus
  - liittymismaksu
  - yleiskustannukset

Rakennuskustannukset  $K_r$  mk/tiemetri lasketaan kaavalla (5)

$$K_r = \frac{m \cdot H_p + n \cdot H_v + S \cdot H_{sj}}{S}, \quad (5)$$

jossa

- m on pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa,
- n valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa,
- $H_p$  pylvään ja jalustan hinta (mk/kpl),
- $H_v$  valaisimen ja ensimmäisen lampun hinta (mk/kpl),
- $H_{sj}$  sähköjakolaitteiden hinta (mk/tiemetri), (ilmajohto ja maakaapeli ryhmiteltynä valaistustyyppien ja asennuskorkeuden mukaan) ja
- S pylväsväli (m).

### 1.532 KÄYTTÖ- JA KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET

Käyttö- ja kunnossapitokustannukset lasketaan seuraavien tekijöiden avulla:

- vuotuinen polttoaika,
- energian hinta,
- lampujen ryhmävaihto ja valaisimien puhdistus,
- lampujen yksittäisvaihto,
- kiinteät kustannukset,
  - tarkastukset
  - korjaukset
  - kunnossapito
- yleiskustannukset.

Käyttö- ja kunnossapitokustannukset  $K_{kk}$  mk/m·a lasketaan kaavalla (6)

$$K_{kk} = \frac{t_1 \cdot n \cdot P_i \cdot H_e + \frac{n \cdot H_l}{t_2} + p \cdot n \cdot (H_l + H_{ly}) + m \cdot C}{S}, \quad (6)$$



missä

$t_1$  on vuotuinen polttoaika (yleensä 4000 h),  
 $t_2$  lampun polttoikä (yleensä 3 a),  
 $n$  valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa,  
 $m$  pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa,  
 $P_l$  lampun (tai samassa valaisimessa olevien lamppujen yhteenlaskettu) teho liitäntälaitteineen (kW),  
 $H_e$  energian hinta (mk/kWh),  
 $H_l$  lampun ryhmävaihtokustannus (mk/kpl),  
 $p$  lamppujen yksittäisvaihdon määrä vuosittain (keskimäärin 0,15),  
 $H_{ly}$  lisähinta lampun yksittäisvaihdoissa (mk/kpl),  
 $C$  kiinteät kustannukset (mk/pylväs) ja  
 $S$  pylväsväli (m).

## 1.533 VUOSIKUSTANNUKSET

Kustannusten kokonaisvaikutus saadaan selville keskimääräisten vuosikustannusten avulla. Tätä varten on määriteltävä,

- valaistuksen käyttöikä, yleensä 20 a,
- laskentakorko, yleensä 7,5 % ja
- käyttö- ja kunnossapitokustannusten vuotuisen lisäys, %.

Keskimääräinen vuosikustannus laskenta-ajan puolivälissä  $K_v$  mk/m·a lasketaan kaavalla (7)

$$K_v = \alpha_t \cdot K_r + \beta_t \cdot K_{kk}, \quad (7)$$

jossa

$\alpha_t$  on annuiteettitekijä,

$\beta_t$  käyttö- ja kunnossapitokustannusten kasvukerroin,  
 $K_r$  rakentamiskustannukset ja  
 $K_{kk}$  ensimmäisen vuoden käyttö- ja kunnossapitokustannukset.

Annuiteettitekijä  $\alpha$  saadaan laskentakoron ja laskenta-ajan funktiona taulukosta 8 sekä kasvukerroin  $\beta$  kasvuprosentin ja laskenta-ajan funktiona taulukosta 9.

Laskenta-aika (a)	Laskentakorko %		
	6	7,5	10
5	0.237	0.247	0.264
10	0.136	0.146	0.163
15	0.103	0.113	0.132
20	0.087	0.098	0.118
25	0.078	0.090	0.110

Taulukko 8.  
Annuiteettitekijä

Laskenta-aika (a)	Kasvuprosentti %		
	2	4	6
5	1.05	1.10	1.16
10	1.10	1.22	1.34
15	1.16	1.34	1.55
20	1.22	1.48	1.79
25	1.28	1.63	2.07

Taulukko 9.  
Käyttö- ja kunnossapitokustannusten kasvukerroin

## 1.6 Valaistussuunnitelmat

### 1.60 Yleistä

Tie- ja katuvalaistuksen suunnittelussa voidaan erottaa kaksi tavoitteeltaan erilaista päävaihetta — valaistuksen yleissuunnittelu ja — valaistuksen rakennussuunnitelman laatiminen.

Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma sisältää suurehkon alueen, taajaman tai kaupunkiseudun, valaistuksen kehittämisen ja parantamisen perusteet. Siihen kuuluu myös periaatteet valaistuksen ajoittaisesta vähentämisestä.

Valaistuksen rakennussuunnitelma on tiekohtainen suunnitelma, jolla hanke toteutetaan. Sopivassa vaiheessa kootaan valaistussuunnitelma, jolla hankitaan tarpeellinen julkisuus, selvitetään kustannusjako ja hankitaan hyväksyminen.

### 1.61 Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma

#### 1.611 TARKOITUS

Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma esittää taajaman, kaupungin tai kaupunkiseudun tie- ja katuverkon valaistuksen pitkän tähtäyksen ( $\geq 15$  a) tavoitteet ja ohjelman.

Sen tarkoituksena on:

- yhtenäistää koko alueen valaistus johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi,
- toimia valaistustoimenpiteiden ohjelmoinnin ja päätöksenteon apuvälineenä sekä rakentamisen että parantamisen osalta,
- toimia myöhempien suunnitelmien lähtökohtana ja ohjauksena sekä
- esittää periaatteet valaistuksen ajoittaista vähentämistä varten.

#### 1.612 LAATIMINEN

Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma laaditaan nykytilanteen ja tieverkon kehittämissuunnitelman perusteella.

Suunnittelu aloitetaan inventoimalla nykyinen tie- ja katuvalaistus vertaamalla valaistustasoa kohdassa 1.2 esitettyihin vaatimuksiin. Uusien tai parannushankkeiden arviointia varten tie- ja onnettomuusrekisteristä seulotaan perustellut tai mahdollisesti valaistavat kohteet.

Liikenneturvallisuusselvityksiä, liikennemäärätietoja, tieverkon kehittämissuunnitelman osoittamia toiminnallisia luokkia ja maastoinventointia lähtökohtina käyttäen tarkastellaan uudet väylät ja nykyisen valaistuksen parantamistarve. Käyttäen kohdassa 1.1 esitettyjä arviointimenetelmiä määritetään mahdollisesti valaistavien kohteiden perusteluvut ja tutkitaan tarpeellisuus. Kohdassa 1.2 ja 1.3 kuvattuja vaatimuksia ja läh-

tökohtia käyttäen määritellään teiden sekä katu- jen valaistusluokat ja valolajit. On huomattava, että valitsemalla valonlähteet sopivasti, käyttökustannukset voivat pienentyä, vaikka valaistusluokka nousee.

Ottamalla huomioon rakentamis- ja kunnossapitokustannukset, tievalaistuspolitiikka sekä vuosittain käytettävissä olevat resurssit yksittäiset hankkeet laitetaan tärkeysjärjestykseen.

Ajoittaista vähentämistä suunniteltaessa tarkastellaan koko alueen liikenneympäristöä ja määritellään käsiteltävät tie- ja katuosat sekä noudatettavat periaatteet.

Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma laaditaan yhteistyössä kaupungin tai kunnan ja TVL:n kesken. Kaikkien osapuolten tulee käsitellä suunnitelma ja hyväksyä se jatkosuunnittelun pohjaksi. Vaikka tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma on tieverkkosuunnitelman tasoinen se käsitellään erikseen. TVH hyväksyy suunnitelman yleisten teiden osalta.

Seurannan avulla on tämän jälkeen tarkkailtava suunnitelman yleisten lähtökohtien säilymistä ja huolehdittava suunnitelman ajankohtaisuudesta (mm. valaisimet, lamput, toteutuneet rakentamis- ja parantamishankkeet).

#### 1.613 SISÄLTÖ

Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma sisältää seuraavat osat:

1. Suunnitelmaselostus  
Tässä esitetään yleiset lähtökohdat, suunnitteluperusteet, tarpeellisuuden arviointi, kustannustiedot, toteuttamishankkeet ja muut vaikuttavat näkökohdat sekä valaistuksen ajoittainen vähentäminen.
2. Suunnitelmakartta  
Suunnitelma esitetään 1:10 000...1:40 000-mittakaavaisella kartalla osoittamalla valaistusluokat kirjaimilla ja valolajit väreillä tai symboleilla. Yleensä riittää, kun käsitellään moottori- ja moottoriliikennetiet, valta- ja kantatiet, tärkeät maantiet, pääkadut ja kokoojakadut. Tonttikatujen ja paikallisteiden valaistus voidaan selvittää tekstillä. Kartalla ei esitetä valaisimia, pylviä, rakenteita ja syöttöpisteitä eikä mitoiteta sähköverkkoa. Liitteessä V 1.6-1 on esimerkki tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelman kartasta.
3. Toteuttamishankkeet  
Ohjelmassa esitetään tärkeysjärjestyksessä uudet hankkeet ja nykyisen valaistuksen parantamiskohteet. Jokaisesta tiestä ja kadusta esitetään seuraavat tiedot:
  - nimi,
  - toiminnallinen luokka,
  - liikennemäärä avaamisvuonna,



- suuntauksen taso,
- liikenneympäristön erikoisominaisuudet,
- valaistavan osan pituus,
- valaistusluokka,
- valolaji (lampun teho/tyyppi),
- valaistustyyppi (S/H),
- rakentamiskustannukset,
- käyttö- ja kunnossapitokustannukset sekä
- rakentamisvuosi.

Liitteessä V 1.6-2 on esimerkki hankeluettelosta. Luettelot tehdään erikseen kuntaa ja TVL:sta varten.

4. Valaistuksen ajoittainen vähentäminen  
Valaistuksen vähentäminen esitetään nykytilannetta kuvaavalla kartalla 1:10 000—1:40 000 osoittamalla alueittain tai teittäin vähennyksen suuruus. Ohjauskeinot ja menetelmät kuvataan selostuksessa.

## 1.62 Valaistuksen rakennussuunnitelma

### 1.621 TARKOITUS

Valaistuksen rakennussuunnitelma on tavallisesti tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelmaan tai sitä vastaavaan selvitykseen perustuva tiekohtainen suunnitelma. Se on ensisijaisesti rakentamisen perusasiakirja, joka kuvaa työn lopputulosta ja toimii työnsuunnittelun lähtöasiakirjana.

Rakennussuunnittelun edetessä kootaan valaistussuunnitelma jäljempänä esitettyssä osavaiheessa silloin käytettävissä olevasta aineistosta. Valaistussuunnitelma tarvitaan tielainmukaista käsittelyä varten joko erillisenä tai tiesuunnitelman osana. Edelleen se sisältyy tien yleissuunnitelmaan, jos valaistus vaikuttaa muiden rakenteiden (mm. poikkileikkaus) mitoittamiseen. Samoin sen tulee kuulua aloitteeseen, jolla kunta ehdottaa yleisen tien valaisemista kustannuksellaan.

### 1.622 LAATIMINEN

Rakennussuunnitelman laatimiseen vaikuttavia yleisiä perusteita ovat mm:

- yleiset sopimusehdot,
- yleiset työselitykset,
- maksu- ja mittausperusteet,
- suoriteryhmittely,
- sähkötarkastuskeskuksen tiedonannot,
- tyyppiinustukset ja
- standardit.

Rakennussuunnittelussa voidaan erottaa neljä osavaihetta, joiden tuloksena saavutetaan tietyn kokonaisuuden muodostama välitavoite tai päätös. Edelleen prosessissa esiintyy viisi erilaista tekniikan aluetta edustavaa vastuualueita.

Ennen suunnittelutyön aloittamista hankkeen tarpeellisuudesta on varmistauduttava selvittämällä lähtökohdat ja tavoitteet. Tähän, edelliseen suun-

nitteluvaiheeseen ja mahdolliseen valaistus sopimukseen perustuen tehdään päätös suunnitelman laatimisesta.

Kuvassa 1 on kaavio tievalaistuksen rakennussuunnitelman laatimisesta. Vaihe jakaantuu osavaiheisiin, joiden tärkeimmät tehtävät ja riippuvuudet ovat seuraavat.

#### 1. Suunnittelun käynnistys

Tehtävänannon jälkeen hankitaan muista suunnitelmista tai nykyisestä tiestä perusaineisto, joka vaikuttaa valaistukseen:

- kartat, pituus- ja poikkileikkaukset,
- liittymäpiirustukset,
- kuivatussuunnitelma,
- johtoja ja laitteita koskevat suunnitelmat,
- liikenteenohjaussuunnitelma,
- siltojen yleispiirustukset,
- tiedot nykyisistä valaistuksista sekä
- tiedot muuntamoista ja sähkönsaannista.

Aineistoon perehtymisen jälkeen laaditaan hankkeen toimintasuunnitelma julkaisun TVH 723077 "Tien suunnittelun toiminnansuunniteluohjeisto" mukaan. Aikaerosta riippuen tarkistetaan tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelman ajankohtaisuus tai laaditaan sitä vastaava esisuunnitelma (lyhyt selvitys) suunnittelun lähtökohdaksi.

#### 2. Maastotyöt ja periaateratkaisut

Rakennussuunnittelun luova osavaihe, jonka alussa määritellään kysymykseen tulevat perusratkaisut:

- valaistusluokka,
- valaistustyyppi,
- valaisimet ja lamput,
- pylvää ja perustukset sekä
- sähkönjakelulaitteet.

Näiden avulla muodostetaan vertailtavat vaihtoehdot, joista jokaista varten tehdään valaistusteknillinen mitoitus; ks. kohta 1.51. Ottaen huomioon muut tien osat, mm. jk-pp-tiet, liikennemerkit, valo-ohjaus jne. aikaansaadut valaistusteknillisesti samanarvoiset vaihtoehdot vertaillaan kustannuslaskennan avulla ja tehdään lopullinen vaihtoehdon valinta; ks. kohta 1.53.

Aikaisintaan tässä vaiheessa voidaan koota valaistussuunnitelma hallinnollista käsittelyä tai esim. tien yleissuunnittelua varten.

#### 3. Rakennesuunnittelu

Rakennussuunnittelun rutiinimainen osavaihe, jossa käsitellään muut osasuunnitelmat sekä suoritetaan pylväiden ja valaisimien soveltaminen:

- aloitetaan pakkopisteistä sijoittamalla pylvää liittymiin, siltojen, johtojen, putkien ja rumpujen läheisyyteen,
- jatketaan vapailla tieosilla siten, että pylväsväli on mahdollisimman lähellä teoreettista arvoa ja
- jalustojen valinta.

## Kuva 1





Samanaikaisesti edellisten kanssa suoritetaan sähköteknillinen mitoitus ja suunnittelu; ks. kohta 1.52.

- johdot ja niiden poikkipinnan määrittely,
- jännitehäviöt,
- nollausehdot ja
- suojauksen selektiivisyys.

Viimeistään tässä osavaiheessa on koottava valaistus suunnitelma tielainmuksista käsittelyä varten.

4. Suunnitelmien viimeistely ja käsittely
- Valaistus suunnitelman palattua hallinnollisesta käsittelystä rakennussuunnitelman viimeistelyä jatketaan:
- työpiirustusten tekeminen ja puhtaaksi piirtäminen,
  - korkeuksien laskeminen,
  - luetteloiden tekeminen (pylväät, suojaputket, liikennemerkkit jne.),
  - tyyppi piirustusten valinta,
  - työselityksen kirjoittaminen,
  - suoriteluettelon tai massa- ja yksikköhintaluettelon täyttäminen,
  - tarjouspyyntöasiakirjojen tekeminen,
  - rakennussuunnitelman kokoaminen ja
  - suunnitteluaineiston taltiointi.

TVH hyväksyy valaistus suunnitelman. Siihen perustuvan valaistuksen rakennussuunnitelman voi piiri hyväksyä. Rakennussuunnitelma on lisäksi lähetettävä paikallisen sähkölaitoksen tarkastettavaksi.

## 1.623 SISÄLTÖ

### Selostukset

Tielainmukaiseen käsittelyyn tarvittavan valaistus suunnitelman suunnitelma selostus sisältää seuraavat asiat:

1. Yleistä
  - lyhyt hankkeen kuvaus,
  - toimenpiteen laatu rakentaminen/parantaminen,
  - liittyminen ajankohtaiseen tiesuunnitelmaan sekä
  - viittaus tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelmaan.
2. Valaistuksen tarpeellisuuden perustelut
  - tien toiminnallinen luokka ja poikkileikkaus,
  - liikennetiedot (nykyiset ja avaamisvuoden liikennemäärät, jakautumat, varauduttaessa tuleviin vaiheisiin myös pitemmän ajan liikenne-ennuste),
  - liikenneympäristön kuvaus, jne.
    - pimeän ajan onnettomuudet
    - pimeän ajan jk-pp-liikenne
    - pimeän ajan liikennevirrat liittymissä
    - häiritsevä tai harhaanjohtava sivuvalo
    - tien suuntaus, liittymien tyypit ja muodot
    - etäisyys ennestään valaistuihin kohteisiin
    - liittymävälit
    - tieosat, joissa tarvitaan erillinen valaistus, kuten taso- ja eritasoliittymät, suojatiet, tunnelit, avattavat sillat, lauttalaiturit jne.

### 3. Suunnittelun lähtökohdat

- nykyinen tai suunniteltu valaistus, johon hanke liittyy,
  - laajuus
  - valaistustyyppit ja -luokat
  - rakenteet
- mitoitusperusteet, jne.
  - tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma
  - valaistusluokka
  - rakenneperiaatteet
  - päällysteet

### 4. Ehdotettu ratkaisu

- valaistustyyppien ja vaihtoehtojen vertailu ja valinta,
- pylväät ja niiden sijainti,
- pylväsväli ja asennuskorkeus,
- valaisimien lajit,
- liittymien, suojateiden, jk-pp-teiden, pysäkkien, siltojen, tunneleiden, avattavien siltojen, laitureiden tms. erillisvalaistus,
- liikennemerkkien valaiseminen,
- syöttö- ja ohjausjärjestelmä sekä
- ajoittainen vähentäminen.

### 5. Kustannukset

- rakentamiskustannukset,
- käyttö- ja kunnossapitokustannukset sekä
- kustannusjako.

### 6. Käyttö ja kunnossapito

- sisältö ja
- vastuu.

Työkohtainen työselitys, joka kuuluu rakennussuunnitelmaan laaditaan osan IX kohdassa 4.3 esitettyjä yleisohjeita noudattaen käsittelemällä seuraavat asiaryhmät:

- yleiset määräykset,
- keskukset,
- kaapelit ja käyttömaadoitukset,
- pylväiden, liikennemerkkien ja siltojen kalusteet sekä liitäntälaitteet,
- valaisinpylväät, porttaalit, liikennemerkkipylväät ja jalustat,
- valaisimet,
- lamput,
- pintakäsittely,
- loppu- ja käyttöpiirustukset sekä muut määräykset.

Urakka- tai hankintaohjelma, jotka kuuluvat rakennussuunnitelmaan, laaditaan osan IX kohdassa 4.3 esitettyjä yleisohjeita noudattaen.

### Kustannusarviot

Valaistus suunnitelman kustannusarvio laaditaan osan IX kohdassa 4.3 esitetyllä tavalla ja kaavakeita käyttäen sekä numeroidaan suunnitelman osaksi 2.

### Kartat

Yleiskartta laaditaan yleensä mittakaavaan 1:10000. Siinä osoitetaan teiden toiminnalliset luokat, suunniteltu valaistusosuus, valaistusluokka, nykyisin valaistut tieosat jne. Liitteessä V 1.6-3 on esimerkki yleiskartasta.

Suunnitelma kartta valaistus suunnitelmaa varten 1:1000 tai 1:2000, jossa esitetään

- valaisimet ja pylväät,



- nykyiset muuntoasemat ja keskuksat sekä
- merkittävät pylväiden sijoittamista häiritsevät pakkopisteet.

Suunnitelmakartta rakennussuunnitelmaa varten 1:1000 tai 1:2000 saadaan täydentämällä edellistä karttaa. Liitteessä V 1.6-4 on esimerkki suunnitelmakartasta.

### Poikkileikkaukset

Rakenteellinen tyyppipoikkileikkaukset, joka kuuluu sekä valaistussuunnitelmaan että valaistuksen rakennussuunnitelmaan, laaditaan mittakaavaan 1:100 tai 1:200. Siinä esitetään:

- tien poikkileikkauksen mitat,
- valaisimien, pylväiden ja perustusten sijainti
- kaiteet,
- istutukset yms.

Liitteessä V 1.6-5 on esimerkki poikkileikkauksesta.

### Luettelot ja taulukot

Valaisinylväs- ja jalustaluettelossa esitetään tiedot jalustasta, pylvästä ja valaisimesta. Pylväät ryhmitellään luettelossa teittain ja materiaaleittain. Liitteessä V 1.6-6 on esimerkki valaisinylväs- ja jalustaluettelosta.

Valaistuskaapeleiden suojaukset esitetään suunnitelmakartalla ja teittain ryhmiteltynä suoja-putkiluettelossa, joka numeroidaan ja sijoitetaan suunnitelman osaan 8 silloin, kun valaistus sisältyy osana tiehankkeen rakennussuunnitelmaan. Liitteessä V 1.6-7 on esimerkki suoja-putkiluettelosta.

Ryhmitystaulukossa esitetään keskukset

- ryhmät,
- ryhmäkaapelin tyyppi sekä
- kojeen numero ja teho vaihteittain.

Liitteessä V 1.6-8 on esimerkki ryhmitystaulukosta.

Kuormitustaulukossa esitetään ryhmäkohtaiset lampputyypit ja -määrät syttymis- ja tehohäviöineen, ryhmäsulakkeet, syttymisvirrat ja ryhmätehot. Liitteessä V 1.6-9 on esimerkki kuormitustaulukosta.

Liikennemerkkiluettelot kuuluvat rakennussuunnitelman liikenteenohjausosaan. Valaistavien merkkien luettelossa esitetään:

- valaisimien lukumäärä,
- lampputeho,
- syöttö ja
- kaluste.

Liitteessä V 1.6-10 on esimerkki liikennemerkkiluettelosta, joka numeroidaan ja sijoitetaan suunnitelman osaan 12 silloin, kun valaistus sisältyy osana tiehankkeen rakennussuunnitelmaan.

Suorite- tai massa- ja yksikköhintaluettelo, joka kuuluu rakennussuunnitelmaan, laaditaan osan IX kohdassa 4.3 esitetyllä tavalla ja lomakkeita TVH 732263 sekä TVH 732464 käyttäen.

### Muut asiakirjat ja piirustukset

Siltojen valaistuspiirustus kuuluu rakennussuunnitelmaan. Se laaditaan käyttämällä pohjana sillan yleispiirustusta.

Valaistuspiirustuksessa esitetään:

- keskuskotelon sijainti,
- valaisimien paikat,
- jakorasioiden paikat,
- suoja-putket ja kaapelihyllyt sekä
- kaapelointi.

Liitteessä V 1.6-11 on esimerkki sillan valaistuspiirustuksesta.

Keskusten pääkaaviot kuuluvat rakennussuunnitelmaan ja niissä esitetään:

- kytkentäkaaviot ja
- kalusteiden sijainti.

Liitteissä V 1.6-12 ja 13 on esimerkit pääkaavioista.

Suunnitelman edellyttämät tyyppipiirustukset liitetään asiakirjoihin.

Erikoispiirustus laaditaan sellaisista kohteista tai osista, joita ei tyyppipiirustuksissa ole.

### 1.624 ASIAKIRJOJEN NUMEROINTI JA KANSIOINTI

#### Valaistussuunnitelma

Suunnitelma sisältää seuraavat asiakirjat:

- Suunnitelmaselostus
- Kustannusarvio
- Yleiskartta 1:10 000—1:20 000
- Piirustusmerkintöjen selitykset
- Suunnitelmakartta 1:1000—1:2000
- Rakenteellinen tyyppipoikkileikkaukset 1:100—1:200.

Koska valaistussuunnitelma on koko tien rakennussuunnitelman osa nro 11, valaistussuunnitelmaan kuuluvat piirustukset numeroidaan T11/tien nro — piirustuksen nro. Numerointi on esitetty osan IX kohdassa 4.33.

#### Valaistuksen rakennussuunnitelma

Valaistuksen rakennussuunnitelman sisältö on aina sama riippumatta työmuodosta tai siitä, onko se erillinen vai tien rakennussuunnitelman osa.

Kokonaisurakalla toteutettavan hankkeen sopimusasiakirjat sisältävät seuraavat kohdat:

1. Urakka- tai hankintaohjelma
2. Maksu- ja mittauserusteet
3. Työkohtainen työselitys



4. Piirustukset
5. Suorite- tai massa- ja yksikköhintaluettelo
6. Sähköverkkolaskelmat
7. Yleinen työselitys

Omajohtoisessa työssä tarvitaan vain kohdat 3—7. Kohta 4 sisältää seuraavat piirustukset ja luettelot:

- Yleiskartta 1:10 000—1:20 000
- Piirustusmerkintöjen selitykset
- Suunnitelmakartta 1:1000—1:2000
- Rakenteelliset tyyppipoikkileikkaukset 1:100—1:200
- Pylväs- ja jalustaluettelot
- Suojaputkiluettelot
- Siltojen valaistuspiirustukset 1:100—1:200
- Liikennemerkkiluettelo

- Keskusten pääkaaviot
- Ryhmitystaulukko
- Kuormitustaulukko
- Erikoispiirustukset
- Valaistussuunnitelman tyyppipiirustukset

Suunnitelmat sijoitetaan omiin välikköihinsä tai kansioihinsa.

#### 1.625 ESITYSTAVAT JA PIIRUSTUSMERKINNÄT

Piirustukset laaditaan noudattaen teiden suunnitteluohjeiden osassa IX "Suunnitelmat" kuvattuja esitystapoja ja piirustusmerkintöjä käyttäen. Piirustusmerkintöjen tyyppipiirustus on liitteenä V 1.6-14.

## Valaistussuunnitelmiin liittyvät kuntien sitoumukset

Julkaisussa "Yleisten teiden tienpidon kustannusjako kuntien ja valtion kesken" eli "sinisessä kirjassa" (julkaisu: TVH. 722500 kohta 1.32) on esitetty ohjeita eräiden tievalaistuksiin liittyvien kustannusten jakamisesta valtion ja kunnan kesken.

Jotta valaistushankkeiden hallinnollisessa käsittelyssä ei esiintyisi turhaa erilaisuutta, esitetään seuraavassa tämän hetken käytännön mukaisina kunnilta sitoumuksia pyydettyäessä huomioitavat asiat.

### Energiakustannus

"Sinisessä kirjassa" on todettu, että valtion omistaman tievalaistuksen energiakustannukset jaetaan tasan valtion ja kunnan kesken. Energiakustannuksilla tarkoitetaan sähköenergian kustannuksia.

### Käyttökustannus

Energiakustannukset ovat osa valaistuksen käyttökustannuksia, joihin kuuluu valaistuksen tarvitseman sähköenergian lisäksi valaistuksen sytytyksestä, sammutuksesta ja valaistuksen toiminnan valvonnasta aiheutuvat kustannukset.

### Kunnossapitokustannus

Tievalaistuksen kunnossapitokustannuksia ovat lamppujen vaihdosta, valaisimien puhdistuksesta, kallistuneiden pylväiden, oikaisusta sekä vaurioituneiden pylväiden, valaisimien ja johtojen korjauksesta aiheutuvat kustannukset. Valaistuksen kunnossapitoon eivät kuulu loppuunkuluneiden pylväiden, valaisimien ja muiden laitteiden uusiminen, eivätkä sellaiset toimenpiteet, jotka korottavat laitteiden pääoma-arvoa.

Sinisen kirjan tekstin mukaan ei siis valtio osallistu valaistuksen käyttökustannuksiin muulta kuin energiakustannusten osalta.



Kuntien sitoumuksissa tai kuntien kanssa tehtävissä sopimuksissa tulee mainita seuraavat asiat:

1. Tievalaistuksen energiakustannukset jaetaan tasan valtion ja kunnan kesken.
2. Kunta sitoutuu vastaamaan muista käyttökustannuksista sekä kunnossapitokustannuksista.
3. Valtion osuus energiakustannuksista maksetaan saman periaatteen mukaisesti, millä kunta maksaa omien tievalaistustensa energiakustannuksista.

Viimeksi mainittu kohta tarkoittaa mm. sitä, että valtio maksaa sähköenergiasta saman hinnan kuin kunta.

#### Kuntien rakentamat ja omistamat Valaistuslaitteet

Kunnat maksavat edelleen omistamiensa valaistuslaitteiden kustannukset kokonaan.

Sinisen kirjan kohdan 1.33 mukaan valaistuslaitteiden omistusoikeus voidaan tietyissä tapauksissa siirtää tienpitäjälle, jolloin valtion olisi maksettava puolet energiakustannuksista. Käytännössä tällaiset omistusoikeuden siirrot kunnilta valtiolle ovat rajoittuneet vain muutamaankin erikoistapaukseen. Toistaiseksi kuntien anomuksiin valaistuslaitteiden omistusoikeuden siirtämisestä valtion omistukseen vastataan kieltävästi.

#### Valaistussuunnitelman käsittely TVH:ssa

Valaistussuunnitelman hyväksyy TVH.

Valaistussuunnitelman hallinnollinen hyväksyminen tapahtuu joko siten, että valaistussuunnitelma sisältyy osasuunnitelmana vahvistettavaan tiesuunnitelmaan tai siten, että valaistussuunnitelma lähetetään erikseen hyväksyttäväksi.

Hallinnollisen hyväksymisen lisäksi on TVH:n hyväksyttävä

valaistuksen rakennussuunnitelma. Työjärjestyksen mukaan rakennussuunnitelman hyväksyy tiensuunnittelutoimiston päällikkö. Tämän vuoksi pelkän rakennussuunnitelman voi lähettää hyväksyttäväksi suoraan tiensuunnittelutoimistoon.



## MUISTIO

### Tievalaistuskustannukset

Tievalaistuksen rakennuskustannusten on arvioitu olevan mk  
(tr ind ). Tie- ja vesirakennuslaitos suunnittelee ja ra-  
kentaa tien valaistuksen kustannuksellaan.

### Käyttö- ja kunnossapito

Valaistuksen käyttöön kuuluu valaistuslaitteiden tarvitseman sähkön toimittaminen, valaistuksen sytytys ja sammutus sekä valaistuksen toiminnan valvonta.

Valaistuksen kunnossapitoon kuuluu lamppujen vaihto, valaisimien puhdistus, kallistuneiden pylväiden oikaisu sekä vaurioituneiden pylväiden, valaisimien ja johtojen korjaus.

Valaistuksen kunnossapitoon eivät kuulu loppuunkuluneiden pylväiden, valaisimien tai muiden laitteiden uusiminen eivätkä sellaiset toimenpiteet, jotka korottavat laitteiden pääoma-arvoa.

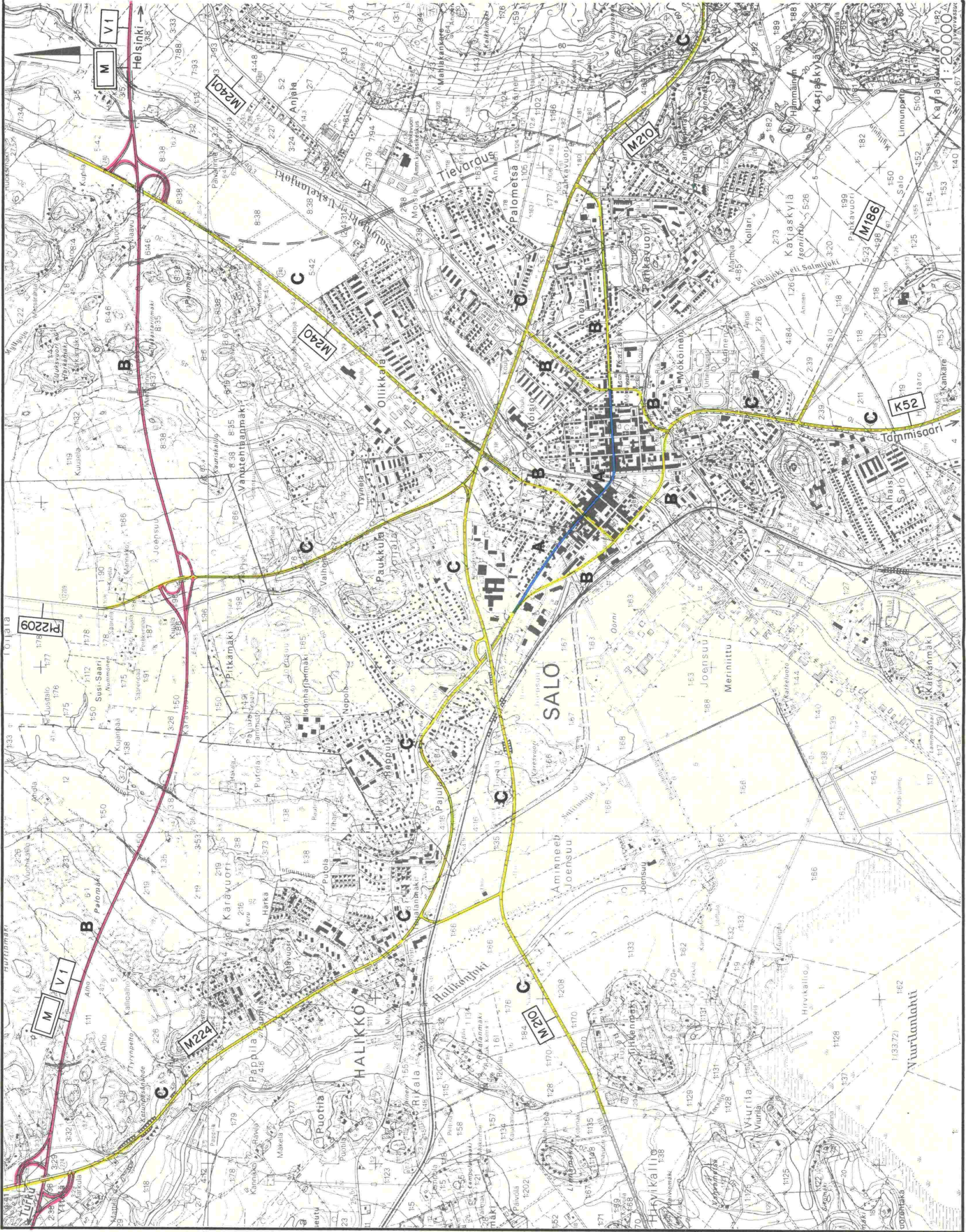
Suunnitellun tievalaistuksen käyttö- ja kunnossapitokustannukset esitetään jaettavaksi seuraavasti:

Tievalaistuksen energiakustannukset jaetaan tasan valtion ja kunnan kesken.

Energian hinta määritellään samalla periaatteella, millä kunta maksaa oman katuvalaistuksen energian.

kunta vastaa kustannuksellaan muilta osin tievalaistuksen käytöstä ja kunnossapidosta.





VALOLAJIN TUNNUS

Väri

- Musta-valkoinen
- Pp - Na
- Sp - Na
- Hg

VALAISTUSLUOKKA

Lk	cd/m <sup>2</sup>	Lk	cd/m <sup>2</sup>
A	2,0	D	0,5
B	1,5	E	0,3
C	1,0	F	0,1

Suunnitelmassa on osoitettu valaistusluokkiin A, B ja C kuuluvat yleiset tiet ja kadut. Muilla väylillä käytetään yleensä Hg-va-laisimia ja seuraavia valaistusluokkia:

- muut, kuin suunnitelmassa esitetyt seudulliset tiet ja kokoo-jakatut D
- yhdystiet ja tonttikadut E
- kevyen liikenteen väylät E - F

TEIDEN TUNNUKSET

- M Mootoriliikennetie
- V1 Valtatie nro 1
- K52 Kantatie nro 52
- M210 Maantie nro 210
- P12209 Paikallistie nro 12209

MERKKI	MUUTOS	PVM	SUUNN.	TARK.
TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS				

TIE- JA KATUVALAISTUKSEN YLEISSUUNNITELMA

SALON KAUPUNKISEUTU TAVOITETILANNE v. 2000		MITTAKAAVA 1 : 20 000
PVM	TVL	Kunta



SALON KAUPUNKISEUTU

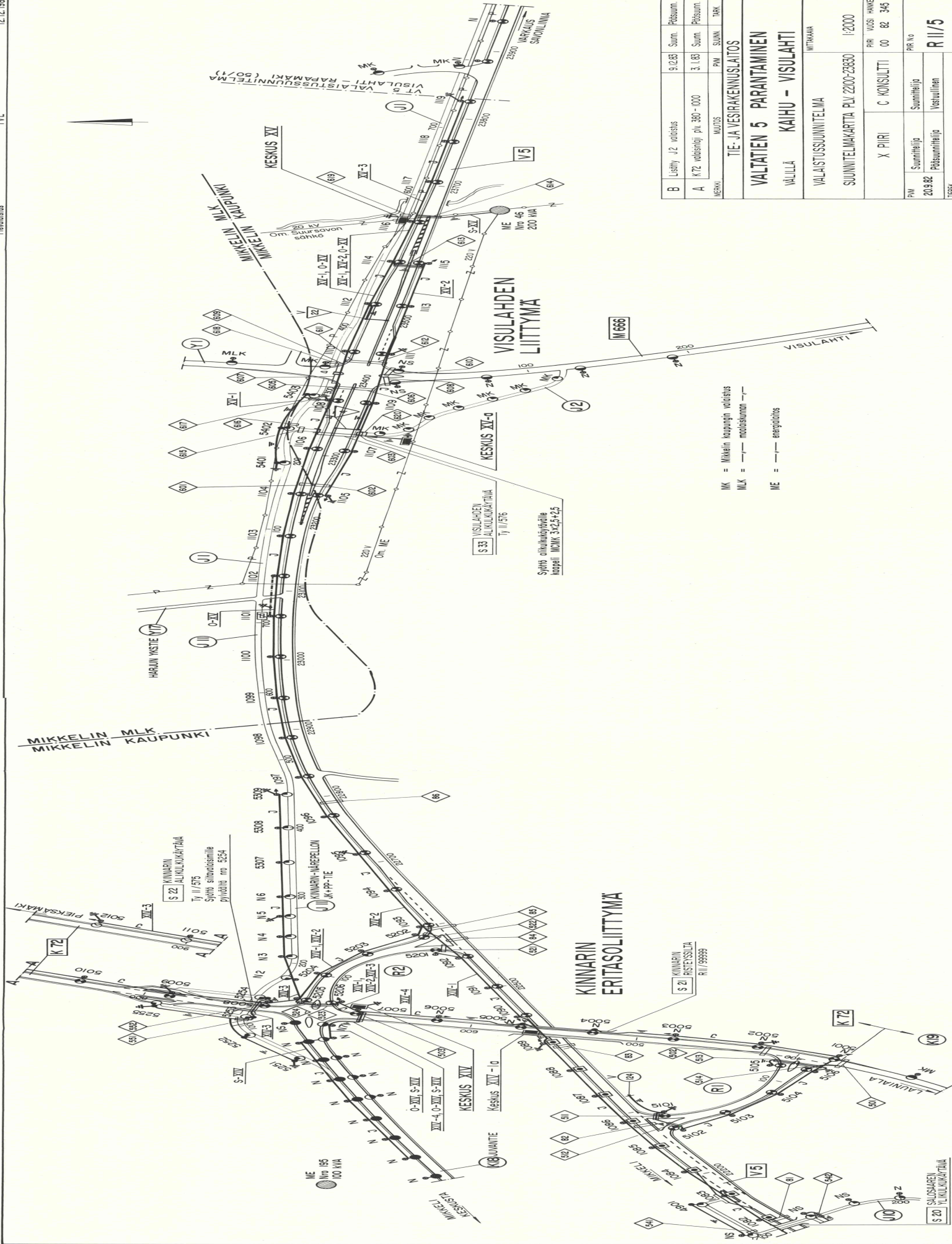
HANKELUETTELO

HANKE				VALAISTUS					Huom
Nro	Nimi	Toimenpide	Pituus	Luokka	Materiaali	Valolaji	Rak.kustannus	Rak.vuosi	
	<u>Yleiset tiet</u>								
1	Mol,Vt1	rakent.	7,5	B	MM	Pp-Na			v. 2000 jälk. erill. kevyt- liik.
2	M 210	parant.	6,0	C	PI	Sp-Na	900 000	1988	
3	Kt52	rakent.	2,0	C	PI	Sp-Na	300 000	1987	
4	Mt186	rakent.	0,4	C	PI	Sp-Na	70 000	1987	
5	Mt240	rakent.	4,0	C	PI	Sp-Na	750 000	1989	
6	Mt224	rakent.	3,5	C	PI	Sp-Na	700 000	1995	
7	Pt12209	rakent.	2,0	C	PI	Sp-Na	250 000	1995	
	<u>Kadut</u>								









B	Lesäty 12 vuorokautta	9.12.83	Suom.	Pöytäsuunn.
A	K72 vatsatauti pih. 380 - 000	3.1.83	Suom.	Pöytäsuunn.

MAKUU	MAKUU	PMI	SUUNN.	TARK.
-------	-------	-----	--------	-------

**TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS**

**VALTATIEN 5 PARANTAMINEN**

**KAIHU - VISULAHTI**

**VALUILLA**

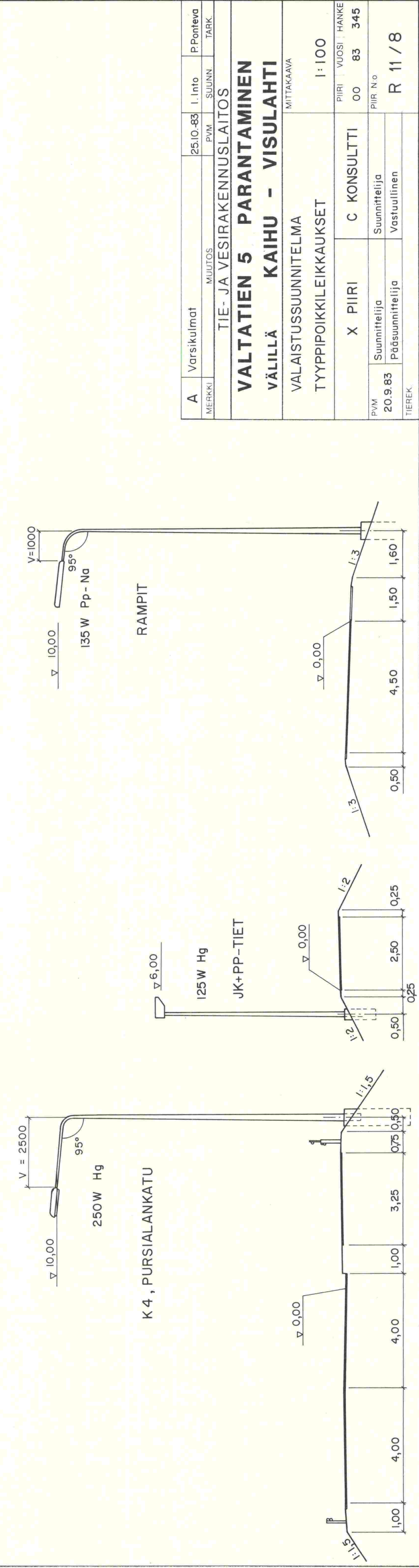
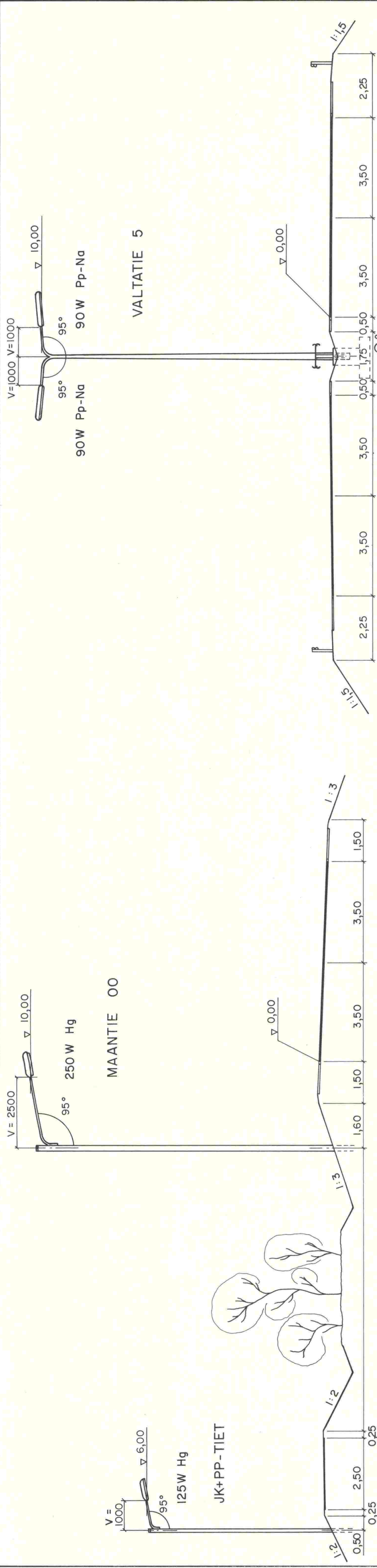
**MITTAAMAA**

**VALAISTUSSUUNNITELMA**

**SUUNNITELMAKARTTA PU 2200-23830 I-2000**

X PIRI	C KONSULTTI	PIR. VUOS.	00	82	345
		HAKEM.			

PM	Suunnittelija	Suunnittelija	PIR. No
20.9.82	Pöytäsuunnittelija	Vesisuunnittelija	<b>R 11/5</b>



A		Varsikulmat		25.10.-83		I. Into		P. Ponteva	
MERKKI		MUUTOS		PVM		SUUNN		TARK.	
TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS									
VALTATIE 5 PARANTAMINEN									
VÄLILLÄ KAIHU - VISULAHTI									
VALAISTUSSUUNNITELMA				MITTAKAAVA			1:100		
TYYPPIPOIKKILEIKKAUKSET									
X		PIIRI		C		KONSULTTI		PIIRI VUOSI HANKE	
PVM		Suunnittelija		Suunnittelija		00		83 345	
20.9.83		Pääsuunnittelija		Vastuullinen		PIIR N:o		R 11 / 8	
TIEREK.									



## TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

## VALAISINPYLVÄS- JA

## JALUSTALUETTELO

X \_\_\_\_\_ piiri

Hanke	VALTATIE 8 PARANTAMINEN
	välillä LUISKALA - KALLIOLA

VALAISINPYLVÄT							JALUSTAT				VAL.
N:o	Sijainti PI	Tyyppi	Rungon pituus H <sub>R</sub>	Varren korkeus H <sub>V</sub>	Varren ulottuma V	Kytkehdä- aukko kpl	Tyyppi	Kiinn- laite	Mitta x m	H <sub>m</sub> /H <sub>reunavliivan</sub> suhteen m	Tyyppi
VALTATIE 8											
1001	150 o	B1	9500	1400	2500	1 kpl	M1	B1	3,10	-0,30	4
1002	208 o	"	"	"	"	"	"	"	"	-0,30	"
1003	266 o	"	"	1300	"	"	M3	"	"	-0,20	3
1004	322 o	YHDISTETTY	VALAISIN-PORTTAALIPYLVÄS	14	(ks. osa R12)	"	"	"	"	"	"
1005	376 o	B1	9500	1400	2500	1 kpl	K2	B1	3,10	-0,30	"
1006	428 o	"	9100	1200	"	"	S	"	"	"	"
1007	480 o	"	9500	1400	"	"	M1	"	3,10	-0,30	"
1008	530 o	"	"	"	"	"	"	"	1)	-0,30	"
1009	585 o	"	"	"	"	"	M3	"	3,10	-0,30	"
1010	630 o	"	"	"	"	"	M1	"	"	-0,30	"
K5, RUMPULANKATU											
2001	70 o	Puu	H=10 m		2500				3,10		1
2002	120 o	"	"		"				"		"
2003	170 o	"	"		"				"		"
2004	220 o	"	"		"				"		"
OJALAN ERITASOLIITTYMÄ, RAMPPI 1											
2101	21 o	B1	9500	1400	1000	1 kpl	K2	B1	3,10	80,05	5
2102	25 v	"	"	1300	"	"	M1	"	"	80,10	"
2103	54 o	"	"	1400	"	"	"	"	"	81,17	"
2104	89 o	"	"	"	"	"	M3	"	"	81,96	"
2105	123 o	YHDISTETTY	VALAISIN-PORTTAALIPYLVÄS	27	(ks. osa R12)	"	"	"	"	"	"
Jk+pp-tie J3											
2501	45 v	Katso piiri Ty11/111 -							2)		2
2502	95 v	- "	-	-	-	-	-	-	"		"
2503	145 v	- "	-	-	-	-	-	-	"		"
2504	195 v	- "	-	-	-	-	-	-	"		"
2505	245 v	- "	-	-	-	-	-	-	"		"
1) mita x 0,70 luiskan reunasta 2) mita x 0,50 luiskan reunasta											

## VALAISINTYYPPI

1 = 250W Hg

3 = 250W Sp-Na

5 = 135W Pp-Na

2 = 125W Hg

4 = 70W Sp-Na

6 =

A	pylv. 2101-2105 sijainti	20.10.83	Suunn.	Pääsuunnittelija
MERKKI	MUUTOS	PVM	SUUNN.	TARK.
PVM	Tiesuunn.	Sähkösuunn.	PIIRI	VOOSI
2.6.1983	Pääsuunnittelija		00	83
			HANKE	PIIR. N:O
			345	R11/9-1

N:O 1	Sijainti PI 2	Putken koko Ø,mm 3	laatu 4	Putkien luku- määrä kpl 5	Yksinkert. pituus m 6	Omistaja 7	Lisätiedot 8	N:O 1	Sijainti PI 2	Putken koko Ø,mm 3	laatu 4	Putkien luku- määrä kpl 5	Yksinkert. pituus m 6	Omistaja 7	Lisätiedot 8
	Valtatie 5								Tuppuralan eritasoliittymä, K9						Paukkulantie
1	21956	110	M	1	13	1		401	880	110	M	1	18	1	varalla
"	21956	"	"	2	13	2		"	880	"	"	2	18	2	
2	19328 k	"	"	2	32	1	keskikaistan ylitys- kohdan ali, 1 varalla	402	925	"	"	1	16	4	varalla
3	20038 k	"	"	2	22	1	keskikaistan ylitys- kohdan ali, 1 varalla	403	1155	"	"	1	18	1	varalla
4	22125	"	"	2	11	2		404	1195	"	"	1	20	1	varalla
5	22280	"	"	1	13	1	varalla		Ramppi 1						
6	22411	"	"	1	11	1	varalla	411	15 v	110	M	1	10	1	
"	22411	300	B	1	11	2		412	15 o	"	"	1	10	1	
7	22575	110	M	1	13	3	varalla	413	35	"	"	2	17	2	
8	22595	"	"	2	17	2		414	160 v	"	"	1	9	4	
9	22793	"	"	1	11	4	varalla	"	160	"	"	2	25	2	koko tien ali
								415	160 o	"	"	1	13	1	
									Ramppi 2						
								421	20 v	110	M	1	9	1	
								422	20 o	"	"	1	9	1	
								423	150 v	"	"	1	9	1	
								"	150	"	"	2	23	2	
								424	150 o	"	"	1	10	1	

## LAITTEIDEN OMISTAJAT:

1 = TVL  
2 = MEL  
3 = MPY

4 = PTL  
5 =  
6 =

## PUTKIMERKINNÄT:

M = muoviputki  
B = betoniputki

MEL = MIKKELIN ENERGIALAITOS  
MPY = MIKKELIN PUHELINYHDISTYS  
PTL = POSTI- JA TELELAITOS

MERKKI

MUUTOS

PVM

SUUNN.

TARK.

PVM

20.9.1983

Suunnittelija

Pääsuunnittelija

PIIRI

VUOSI

HANKE

PIIR.N:O

00 83 345

R8/12



1.83 TVH / S1s

MERKKI	MUUTOS	TEHNYT	TARKASTANUT
--------	--------	--------	-------------

[illegible]

VALTATIEN 5 PARANTAMINEN VÄLILLÄ KAIHU - VISULAHTI			
VALAISTUSSUUNNITELMA KUORMITUSTALUKKO			
TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS			
X PIIRI		PIIR N <sup>o</sup>	
PVM	Sähkösuunnittelija		
6. 6. 83	Vastuullinen	R II / 18	
MERKKI	MUUTOS	TEHNYT	TARKASTANUT



X

piiri

Hanke VALTATIEN 6 PARANTAMINEN

välillä OJALA - YLÄMÄKI

Liikenne- merkin n:o	Sijainti	Liikennemerkkin nimi	tunnus	Merkkin koko b x h, Ø mm	Tekstikoko mm	Jalustatyyppi	Valaisimet kpl, W	Syöttökäa- pelin lähtö	Kytkenä- kaluste	Lisätiedot																						
	OJALANTIE																															
1	257 o	Suunnistustaulu	611	3440x1400	200	4x21T/11	4x80	Val.pylväs 2026	SV1.5																							
2	586 k	Liikenteenjakaja	417	Ø 640		21T/11				HI-kalvo																						
3	a	712 v	Nopeusrajoitus	361	Ø 640	21T/11	1x80	Val.pylväs 2037	SV1.5	80																						
	b	- "-	Etuaajo-oikeutettu tie	211	a=600																											
	c	- "-	Valtatien numero	664	300x300					6																						
4	a	775 o	Ajokaistan yläpuolinen viitta	631	3400x1920	300	R12/32	4x80	Val.pylväs 2039	SV1.53																						
	b	- "-	- " -	631	1720x1320	300		2x125																								
	c	- "-	- " -	631	1720x1320	300																										
5	798 k	Liikenteenjakaja	417	Ø 640		21T/11				HI-kalvo																						
6	837 k	Liikenteenjakaja	417	Ø 640		21T/11				HI-kalvo																						
7	a	983 o	Nopeusrajoitus	361	Ø 640	21T/11	1x80	Val.pylväs 2046	SV1.5	80																						
	b	- "-	Etuaajo-oikeutettu tie	211	a=600																											
	c	- "-	Valtatien numero	664	300x300					6																						
<table> <tr> <td>MERKKI</td><td>MUUTOS</td><td>PVM</td><td>SUUNN.</td><td>TARK.</td><td>PVM</td><td>Suunnittelija</td><td>PIIRI</td><td>VOOSI</td><td>HANKE</td><td>PIIR. N:O</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td>22.9.1983</td><td></td><td></td><td></td><td>Pääsuunnittelija</td><td>00</td><td>83</td><td>345</td><td>R12/8-1</td></tr> </table>											MERKKI	MUUTOS	PVM	SUUNN.	TARK.	PVM	Suunnittelija	PIIRI	VOOSI	HANKE	PIIR. N:O			22.9.1983				Pääsuunnittelija	00	83	345	R12/8-1
MERKKI	MUUTOS	PVM	SUUNN.	TARK.	PVM	Suunnittelija	PIIRI	VOOSI	HANKE	PIIR. N:O																						
		22.9.1983				Pääsuunnittelija	00	83	345	R12/8-1																						

TVH 721728

Tievalaisitus

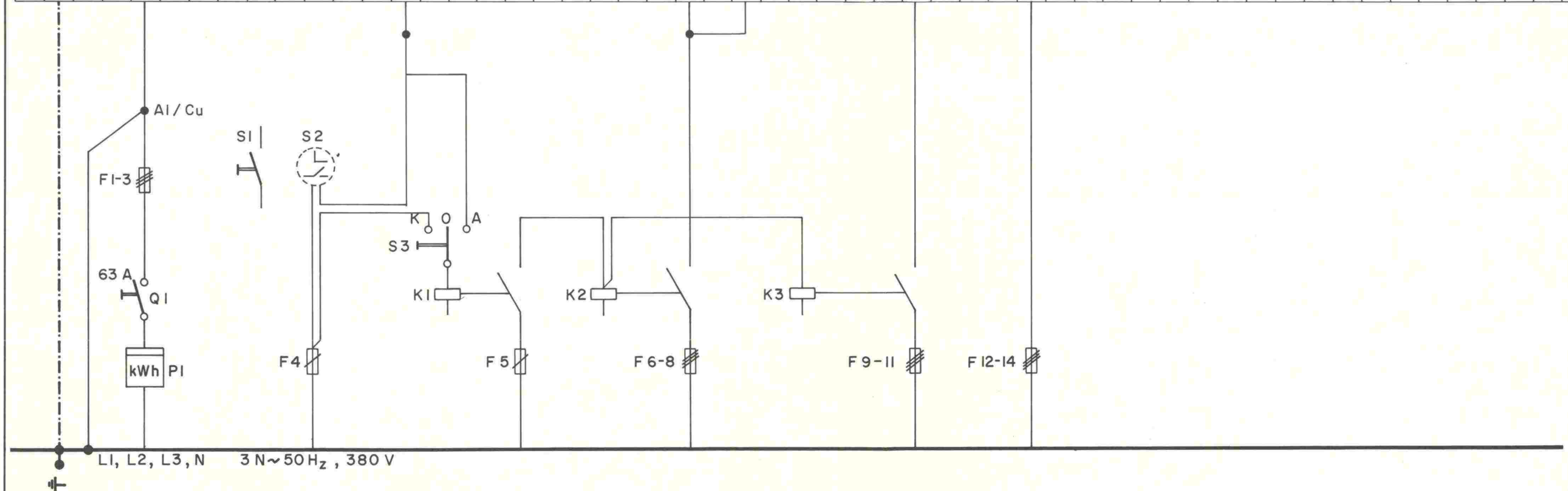
TVL

12.12.1983





Kuluttajamaadoitus			16 Cu
Mittaus, pääsulakkeet	50/63		AMCMK 3 x 35 + 10 Cu
Kytinkellon ohituskytkin			
Ohjauksen kytkinkello ( Tilavaus )	10 / 25		
Hämäräkytkimelle			MMJ 3 x 1,5 N
Ohjauksen valintakytkin Käsik., -O-, automatiikka			
Apurele	10 / 25		
Tievalaistuskontaktori OKYM 1 W 32			
Tievalaistus I - I	25 / 25		MMJ 4 x 10 N
Tievalaistus I - I Liikennemerkki nro 62			MCMK 1 x 10 + 10
Tievalaistuskontaktori OKYM 1 W 32			
Tievalaistus I - 2	25 / 25		MMJ 4 x 10 N
Varalla	/ 25		
NIMITYS	SULAKE	JOHTO	
	VAROKE		



Rakenne : Koteloitu IP34  
Asennus : Puupylvääseen  
Riviliittimet: Hämäräkytkimelle ja  
nousulle I-I  
Tilavaraus : Kytkinkello

**VALTATIEN 8 PARANTAMINEN**  
**VÄLILLÄ LUISKALA - KALLIOLA**

VALAISTUSSUUNNITELMA  
KESKUS I, PÄÄKAAVIO

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

X	PIIRI
---	-------

PIIR. №

PVM	18.5.82
-----	---------

Sähkösuunnittelija

**Vastuullinen**

R 11/14

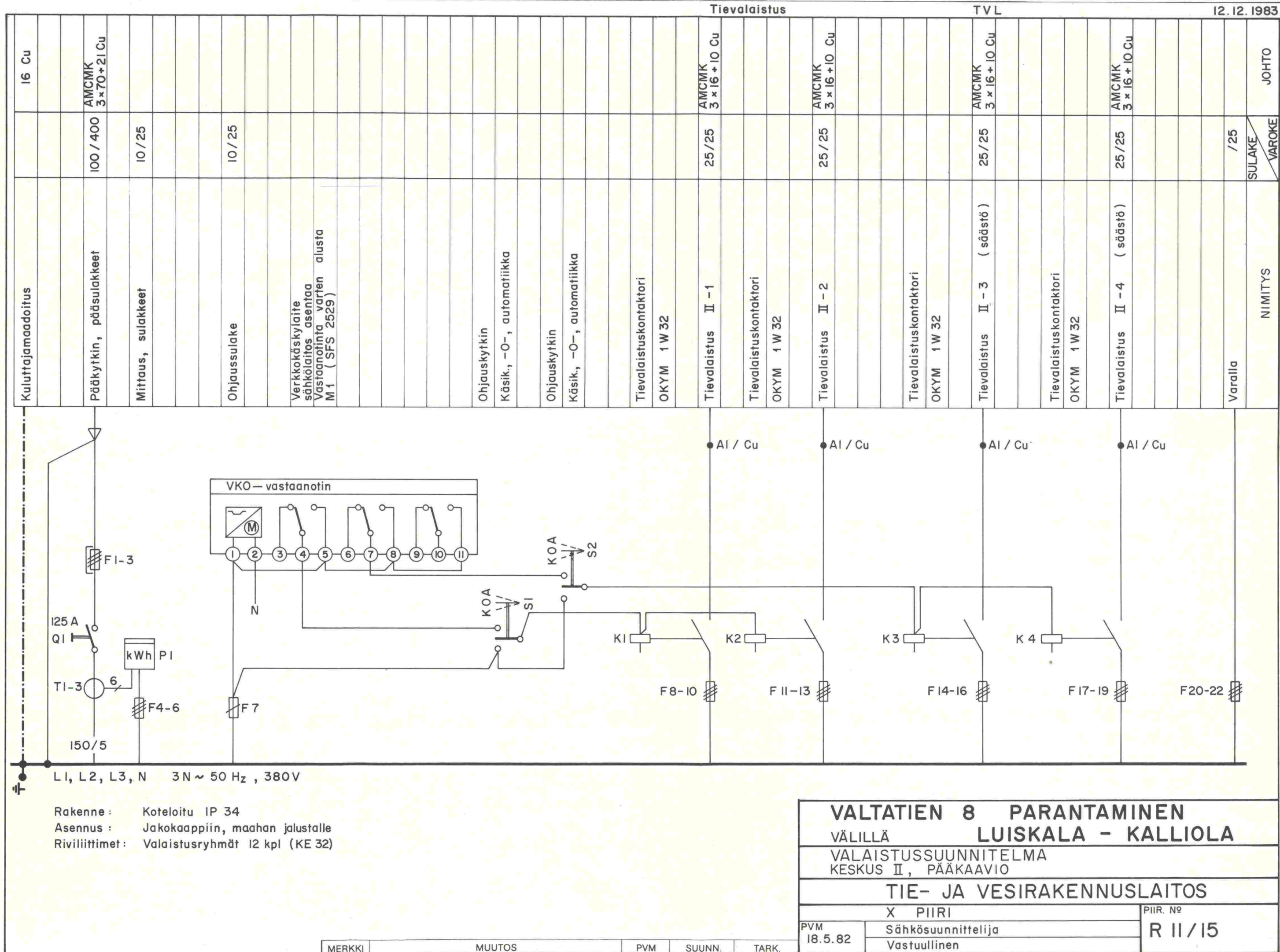
MERKKI

## MUUTOS

PVM

SUUNN.

TARK.





## VALAISIMET

## Elohopealamput

- Hg 400 W
- ⊙ Hg 250 W
- ⊙ Hg 125 W
- ⊖ Hg 80 W

## Suurpainenatriumlamput

- ⊙ Sp - Na 400 W
- ⊙ Sp - Na 330...350 W
- ⊙ Sp - Na 250 W
- ⊙ Sp - Na 155...225 W
- ⊙ Sp - Na 150 W
- ⊙ Sp - Na 100 W
- ⊙ Sp - Na ≤ 70 W

## Pienpainenatriumlamput

- ⊙ Pp - Na 180 W
- ⊙ Pp - Na 135 W
- ⊙ Pp - Na 90 W
- ⊙ Pp - Na 55 W
- ⊙ Pp - Na 35 W

## PYLVÄÄT

- Metalliputkipylväs
- ⊙ Puupylväs
- ⊙ Tukipylväs, puu
- ⊙ Haruspylväs, puu
- N Nykyisen pylvään lisätunnus
- NS Nykyisen pylvään siirron lisätunnus

## JOHDOT JA ASENNUSTAVAT

- J Ilmajohto tai johtoryhmä
- Maanalainen johto tai johtoryhmä
- Vedenalainen johto tai johtoryhmä
- Johdon tai johtoryhmän vaihtoehtoinen tai myöhemmän vaiheen asennuspaikka
- Johdossa n johdinta,  $n \geq 4$
- Johdossa 3 johdinta, joista yksi suojajohdin
- Johto tai johtoryhmä rakenteessa
- upotettu
- pinnalla
- panssariputkessa
- muoviputkessa
- kaapeliarinalla
- Maadoitusjohdin, suoja- tai käyttömaadoitus
- Maadoitus, tarvittaessa käytetään lisätunnusta K = käyttömaadoitus tai S = suojamaadoitus
- Kaapeli jätetään maahan kiepille.
- Kiepille jätettävän kaapelin pituus 5 m, sijainti pl. 5150

## MUUT LAITTEET JA MERKINNÄT

- Käytössä oleva muuntoasema
- Suunnitteilla oleva muuntoasema
- ⊙ Keskus jakokaapissa, katkoviiva osoittaa oven avautumissuunnan
- ⊙ Kotelokeskus
- ⊙ Talovarokekotelo, yksivaiheinen
- ⊙ Hämäräkytkin
- 6 Suojaputki nro 6
- ⊙ Kaapelin pääte
- ⊙ Suora jatkos
- ⊙ Haarajatkos

## ESIMERKKEJÄ

MMJ 5x1,5/M19,3u

III-3, O-IV

J

II-2, O-III

8 J 9

III-1, III-2

II24 II25

I-1, O-II II-1, O-II

IO21 IO23

IO22 IO24

I-2 II-2

II45

17

II46

II23

Muovivaippajohto  $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$  19,3 mm muoviputkessa, uppoasennus

Ryhmäjohto III-3 ja ohjausjohto O-IV kaapeliarinalla

Siirtyminen ilmajohtosta maakaapeliin. Päätepylvääseen harus

Ilmajohto, puupylväsasennus. Ryhmäjohto II-2 ja ohjausjohto O-III samoissa pylväissä. Valaisin Hg 250 W

Maakaapeli, ryhmäjohtot III-1 ja III-2 samassa kaivannossa. Valaisimet kytketty ryhmään III-1. Varreton metalliputkipylväs. Valaisin Hg 125 W

1-vartinen metalliputkipylväs Valaisin Sp-Na 250 W

Ryhmänjakokohta Suojaputki nro 6

Pylvään numero

Pylväsparin numero

Valaisin Sp-Na 400 W

Valaisin Sp-Na 150 W

Harukset

Metalliputkipylväs sillassa

Muilta osin noudatetaan SFS-piirrosmerkkistandardeja. Valaistut liikennemerkkit ja porttaalit, ks. piirustus nro Ty 12/1.

TIEVALAISTUS  
Piirustusmerkinnät

TVH, Sts - Kk

Plel

14.10.1983

Ty 11/1



## 1.7 Tievalaistuksen rakentaminen

### 1.70 Yleistä

Tievalaistuksen rakentamisessa käytetään yleisiä ja yhteisiä toimintaperiaatteita, joiden tarkoituksena on:

- hankkia laatuvaatimukset täyttävät materiaalit,
- yhtenäistää ja yksinkertaistaa työtapahatumat,
- tehostaa toimintaa ja
- yksinkertaistaa rakennuttajan ja urakoitsijan tai toimittajan välisiä suhteita.

Tievalaistuksen rakentamisessa noudatettavat tärkeimmät yleiset määräykset ovat:

- yleiset työselitykset,
- yleiset sopimusehdot valtion rakennustöitä varten,
- valtion yleiset hankintaehdot,
- sähköturvallisuusmääräykset A1,
- sähkö tarkastuskeskuksen tiedonannot, määräykset sähköurakointia ja suunnittelua varten,
- tienrakennustyön tarkastustoimintaa koskevat ohjeet ja
- ohjeet tietöiden liikenteen järjestelyistä.

Näiden lisäksi on lukuisia rakenteita ja työn suoritusta koskevia määräyksiä ja standardeja, jotka on tarkemmin esitetty mm. TVL:n rakennuttamisohjeessa ja sopimusasiakirjajärjestelmään kuuluvassa urakkaohjelman yleisessä osassa sekä valaistussuunnitelman työselityksessä.

### 1.71 Työmuodot

Tievalaistuksen rakentamisen työmuodot ovat:

- valaistustyöt sisältyvät tien kokonaisurakkaan,
- erillinen kokonaisurakka,
- omajohtoinen työ osaurakointia käyttäen ja
- omajohtoinen työ.

Kokonaisurakat ovat rakennuttajan kannalta helpoimmat, koska tälle jää ainoastaan valvonta urakoitsijan vastatessa hankkeen sisäisestä ajoituksesta, hankinnoista, alaurakoista, työn järjestelyistä jne. Kokonaisurakointia harkittaessa on kiinnitettävä huomiota valaistusurakoitsijan monipuoliseen suorituskyykyyn, jotta samaan hankkeeseen ei syntyisi urakointiketjua. Urakoitsija on myös valittava hyvissä ajoin ennen ohjelmoitua rakentamisen aloitusta.

Omajohtoinen rakentaminen tulee kysymykseen silloin, kun käytettävissä on valaistustyöhön perehtynyttä omaa henkilökuntaa.

Omajohtoisessa työssä tehtävä jakautuu useihin hankintoihin, omaan työosuuteen ja/tai yhteen asennusurakkaan. Rakennuttaja pyytää erilliset materiaalityöjoukset seuraavasti:

- pylväät kiinnityslaitteineen (TVH:n yleissopimus),

- jalustat (piirin ostaja),
- tie-, silta- ja liikennemerkkivalaisimet (TVH:n yleissopimus),
- kaapelit ja kourut (valtion hankintakeskus),
- jakokaapit ja keskukset (työmaa) sekä
- kytkentäkalusteet (piirin ostaja).

Erillisten tarjousten pyytäminen ja yleissopimukseen perustuvat hankinnat edellyttävät tarkoitukseenmukaista hankintojen järjestystä ja ajoitusta sekä tarkkaa tutustumista suunnitelmaan. Lisäksi on huolehdittava siitä, että kalusteiden ja rakenteiden liitoskohtiin tulee oikeat mitat, esim. varsi ja valaisin, pylvään tyvi ja kiinnityslaitte. Tyypipiirustusten käyttö poistaa suuren osan väärinkäsityksistä ja helpottaa tarjouksentekoa. Tämä edellyttää, että hankinnoissa käytetään ajankohtaisia, suunnitelmissa olevia tyypipiirustuksia.

Jos tievalaistuksen rakentaminen toteutetaan omajohtoisena työnä, TVL:n osuus on yleensä:

- suojaputkien asentaminen,
- kaapelikaivantojen teko ja täyttö,
- jalustojen pystytys ja suuntaus sekä
- jakokaapin ja keskusten jalustojen asentaminen.

Muut tehtävät sisällytetään asennusurakkaan:

- maakaapeleiden veto, kytkentä ja ryhmämerkinnät,
- pylväiden sisäisten johtojen veto ja kytkentä,
- valaisimien kiinnitys, kytkentä ja suuntaus,
- pylväiden pystytys ja suuntaus,
- jakokaapin ja keskusten asennus,
- maadoitusten teko sekä
- loppupiirustuksiin tulevat sähköteknilliset merkinnät tms. korjaukset.

### 1.72 Työsuunnitelma

Uusilla teillä valaistuksen toteuttaminen riippuu tien rakentamisesta, mikä puolestaan määräytyy toimenpide- ja työohjelmasta sekä tavoitebudjetista. Valaistustöiden ja muiden rakennustöiden keskinäinen riippuvuusaste määräytyy mm. rakenteiden laadusta; esim. maakaapeli vai ilmajohto, jalustat vai maanvarainen perustaminen.

Jos valaistus tehdään olemassa olevalle tielle tai nykyistä valaistusta parannetaan, hanke on ohjelmoitava erillisenä. Tällöin sen toteuttamisen työsuunnitelma voidaan tehdä itsenäisenä seuraaviin tekijöihin perustuen:

- määrärahat,
- suunnitelmavalmius ja työluvat,
- liittyminen muihin hankkeisiin,
- liikenteelliset vaatimukset,
- muu turvallisuus,
- työn kesto ja suoritusajankohta,
- vuodenaikat,
- työllisyys ja
- hankintojen ajoitus.



Liikenteen näkökohdat vaikuttavat aikatauluun kahdella tavalla. Liikenteen kasvu on niin suuri, että se vaatii nopeita toimenpiteitä valaistuksen rakentamiseksi tai parantamiseksi, ja toisaalta on valittava sopiva suoritusajankohta liikennettä häiritsemättä.

Muu turvallisuus on näkökohta, joka voi vaatia nopeita toimenpiteitä etenkin taajama-alueilla, missä valaistuksella voidaan vähentää ilkivaltaa ja muita häiriöitä.

Vuodenajat vaikuttavat ajoitukseen; maarakennustyöt ovat valkeimpia ja kalliimpia maan ollessa roudassa. Myös sähköturvallisuusmääräykset asettavat rajoituksia kaapelien käsittelylle alhaisessa lämpötilassa.

Rakentamisessa on noudatettava sähkötöitä koskevia määräyksiä, joista tärkeimpiä ovat:

- sähköturvallisuustoimenpiteiden valvojan nimeäminen,
- työskentelyalueen läheisyydessä olevien jännitteisten johtojen toteaminen, turvallisten työskentelyetäisyyksien määrittely ja tarvittaessa johtojen mekaaninen suojaaminen sekä
- tarvittaessa johtojen tekeminen jännitteettömäksi ja maadoittaminen.

Työllisyyskysymykset on huomioon otettava näkökohta aikataulua laadittaessa, vaikkakaan liikenneväylien valaistusasennukset eivät ole kovin työllistäviä.

Suunnitelmavalmiudesta on huolehdittava siten, ettei rakennussuunnitelman valmistuminen määrittäisi toteuttamisajankohtaa.

Työsuunnitelman laatimisessa, sisällössä ja seurannassa noudatetaan TVL:n työnsuunnittelu- ja tavoitebudjetointiohjeita.

## 1.73 Rakentaminen

### 1.731 HANKINNAT

Kokonaisurakoissa hankinnat sisältyvät urakkaan yleisten sopimusehtojen mukaisesti.

Omajohtoisissa töissä TVL voi suorittaa hankinnat valtion yleisten hankintaehtojen mukaisesti seuraavilla tavoilla:

- Vuosihankintoina  
Keskitetty hankinta TVH:n tai piirin toimesta; yleensä valaisimet, pylvää ja kiinnityslaitteet.
- Työkohtaisena hankintana  
Työmaan toimesta hankekohtaisesti ja tarjouspyynnön perusteella.

Vuosihankinnat tulee valmistella suunnitelmallisesti ja pitkäjänteisesti rakentamista edeltävän vuoden aikana, jotta toimittajat voidaan valita hyvissä ajoin ja viimeistään rakentamisvuoden helmikuussa. Tällöin tarvikkeiden valmistaminen ja toimittaminen voidaan tehdä riittävän, mutta

hankkeen toteuttamisen määrittelemän ajan puitteissa sekä ottaa huomioon koko maan tarve sekä kaikkien tie- ja katuvalaistushankkeiden vaikutus.

Niiden kalusteiden osalta, joista TVH on tehnyt vuosisopimuksen, piirin tulee omajohtoisissa töissä suorittaa hankinnat näiden sopimusten perusteella.

Kalusteiden hankinnasta tulee laatia työohjelman ja toimintasuunnitelman perusteella hankekohtaiset hankintasuunnitelmat, joista selviää ainakin tarvikkeiden tuloaika ja -järjestys. Maakaapeli-metallipylvästäpauksessa kalusteet tarvitaan seuraavassa järjestyksessä:

- suojaputket,
- jalustat ja kiinnityslaitteiden alaosat,
- maakaapelit ja suojakourut,
- pylvää ja kiinnityslaitteiden yläosat,
- kytkentäkalusteet, valaisimet ja pylväiden sisäiset kaapelit sekä
- keskukset.

Hankintoja varten laaditaan hankintaohjelma, jossa määritellään seuraavat seikat:

- nimikkeet ja toimituspaikka,
- hankinnan laajuus ja määrät,
- hankintamuoto,
- noudatettavat asiakirjat,
- tilaajan vastuu asiakirjatiedoista,
- hankinta-aika,
- hinnat ja maksut,
- ennakko,
- takuu ja takuu-aika,
- vakuudet,
- viivästyssakko,
- laadunvalvonta,
- suunnitelmien laatiminen ja
- tarjous.

### 1.732 MAARAKENNUSTYÖT

Tievalaistuksen edellyttämät maarakennustyöt ovat pienimuotoisempia kuin yleensä tienrakentamisessa, joten liian järeiden työkonien käyttöä on vältettävä. Valaistustöiden tulee kuitenkin edetä tienrakentamisen tahdissa.

Maarakennustöitä koskevat laatuvaatimukset, määräykset ja rajoitukset esitetään yleisessä ja työkohtaisessa työselityksessä. Erityisesti on otettava huomioon:

- tierakenteessa ennestään olevien kaapeleiden ja johtojen käsittely (suojaus, siirto, purkaminen),
- jalustojen suuntaus,
- jalustojen käsittely, kaapelireikien puhdistaminen ja terävien reunojen poistaminen,
- peruskuopan kuivatus, ympäristäytö ja tiivistäminen,
- kaapelinveto voidaan suorittaa, kun on tehty ensimmäinen päällystekerros ja luiskien muotoilu, joka edellyttää työkonien liikkumista luiskilla (Selkeissä tapauksissa kaapelit voidaan vetää jakavan kerroksen tekemisen jälkeen mutta huolellisesti ja kerrosmateriaaleja sotkematta.),



- kaapeli on laskettava vähintään 0,4 m syvyyteen, ojan pohjalla ei saa olla kiviä ja ojan pohjalla tulee olla 0,1 m hiekkakerros,
- jos kaapelioja tehdään tien päällysrakenteseen, on rakennekerrokset laitettava alkuperäiseen järjestykseen ja tiiveyteen, eikä kaapelikanava saa toimia salaojana,
- suojaputkien sijainti, puhtaus, suoruus ja sulkeminen sekä
- suojaputkien ja maakaapeleiden sijainti loppupiirustuksia varten.

### 1.733 ASENNUSTYÖT

Asennustöissä on työselityksissä mainittujen seikkojen lisäksi kiinnitettävä huomiota:

- pylväiden, valaisinvarsiensa ja valaisinten asentoon sekä kunnolliseen kiinnittämiseen,
- kaapelien käsittelylämpötilaan ja käyritysteisiin,
- kaapelien ja muiden johtojen kiinnitykseen ja mahdolliseen erilliseen mekaaniseen suojaukseen,
- sähköiseen suojaukseen,
- eristysvaatimuksiin,
- nollausehtojen täyttymiseen,
- kytkentöjen tekotapaan,
- kosteussuojaukseen ja
- eri tarvikkeiden sopivuuteen ja laatuun.

### 1.734 LAADUNVALVONTA

#### Valaisimet

Yleisillä teillä käytettävien valaisimien tulee olla sähkötarkastuskeskuksen hyväksymisen lisäksi TVH:n tyyppitarkastamia ja hyväksymiä. TVH:n tyyppitarkastuksessa todetaan seuraavat yksitiskohdat:

- rakenteen tukevuus ja tiiviys,
- pintakäsittely,
- kiinnitysosien rakenne ja pitävyys,
- kuvun materiaali, kestävyys ja valon läpäisyominaisuuksien säilyvyys,
- komponenttien sijoitus, kiinnitys ja huollettavuus,
- vedonpoistaja,
- johdot ja liittimet,
- lampunpitimen laatu ja tukevuus,
- heijastimien materiaali, pysyvyys ja säätömahdollisuus,
- valonjako-ominaisuudet VTT:n mittauksien perusteella ja
- valaisimien paino ja muotokerroin pylvään ja varren valintaa varten.

Kokonaisuurakoiden yhteydessä tarkastetaan tarvittaessa näytevalaisin.

#### Pylväät

Metallisten valaisinympylväiden laadunvalvonta suoritetaan standardin SFS 4857 mukaisesti.

Standardissa käsitellään pylväiden mitat, materiaalit, laatutodistukset, pintakäsittely, hitsaukset, sähköturvallisuus ja rakenteellinen lujuus.

Rakenteen lujuus voidaan koestaa standardissa esitetyllä tavalla. Lujuusominaisuuksien koestus ei ole kuitenkaan lujuuslaskelmien vaihtoehto. Pylväiden tulee olla mitoitettu standardien SFS 4827 ja 4828 mukaisesti.

Puupylväiden tulee täyttää kohdassa 1.341 esitetyt vaatimukset.

#### Sähköjakolaitteet

Valaistustöissä saa käyttää vain sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä tarvikkeita ja laitteita.

#### Valaistusteknilliset ominaisuudet

Rakennussuunnitelmaa laadittaessa on tien toiminnallisen luokan edellyttämään valaistusluokkaan perustuen yleensä tehty valaistusteknillinen mitoitus luminanssilaskennan avulla.

Valmiin asennuksen valaistusteknillinen lopputulos ja vaatimusten täytyminen voidaan tarvittaessa (kokemusperäiseen mitoitukseen, urakoitsijan omien suunnitelmien mukaan toteutetuissa kohteissa tai muulloinkin) tarkistaa luminanssi- tai valaistusvoimakkuusmittausten avulla.

Mittaus tehdään linjaltaan ja tasaukseltaan suoralla tieosalla, jonka päällyste on kuiva. Häiritsevien valonlähteiden vaikutus on poistettava tai otettava huomioon. Lamppujen tulee olla vähintään 100 tunnin ikäisiä ja niitä on poltettava ennen mittauksia niin kauan (~ ½ h), että laitteisto on saavuttanut vakio-olotilan. Mittauksen aikana vallitseva verkkojännite ja ilman lämpötila on havaittava varsinkin lämpöherkkiä mittareita käytettäessä.

Mittarit valitaan ja mittaus suoritetaan Suomen Valoteknillinen Seura r.y:n julkaisun nro 7-1978 "Valaistuksen mittaaminen ja arvosteleminen" mukaisesti.

Käytännössä luminanssimittauksen tarkkuus on  $\pm 10\%$  ja valaistusvoimakkuuden osalta  $\pm 5\%$ .

Mittauspöytäkirjaan merkitään seuraavat tiedot:

- paikka ja aika,
- lamppujen polttoikä,
- verkkojännite (piirturin käyrä),
- ilman lämpötila,
- valaistustyyppi ja sen geometria,
- valaisin- ja lampputyyppi,
- päällysteen laji, kuluneisuus, ikä ja olotila,
- liikennemäärä,
- valaisimen ikä ja viimeinen puhdistusajankoh- ta sekä
- mittarin merkki ja tyyppi.

Käytännössä riittää yhden pylväsvälin valaistusvoimakkuuksien mittaaminen niissä pisteissä, joissa luminanssi ja valaistusvoimakkuus on laskettu. Jos valaistusvoimakkuusarvot ovat  $\pm 5\%$ :n tarkkuudella samat kuin laskennassa, voidaan myös luminanssiarvojen olettaa olevan mitoituslaskelmien mukaisia.



## 1.735 KATSELMUKSET JA TARKASTUKSET

Rakentamisen alussa tienpitäjä pitää haltuun-ottokatselmuksen, jos valaistuksen toteuttamista varten tarvitaan lisää tiealuetta.

Kaikissa urakoissa on pidettävä yleisten sopimusehtojen mukaiset teknilliset tarkastukset, väli- ja loppukatselmuksset.

Virtaa jakava sähkölaitos voi suorittaa työn ku- luessa tarkastuksia (mm. kaapelinveto), joiden perusteella todetaan, onko valaistusverkko liitet-

tävissä yleiseen verkkoon. Sähkölaitos suorittaa lakisääteisen tarkastuksen ja valvoo määräysten noudattamista. Tällainen tarkastus tehdään työn valmistuttua asennusurakoitsijan käyttöönotto- ilmoituksen perusteella.

Jos TVL ja kunta ovat tehneet sopimuksen valais- tuksen rakentamisesta, on työn valmistuessa pi- dettävä katselmus, jossa todetaan hankkeen tä- hänastiset vaiheet (suunnittelu, hankinnat ja ra- kentaminen) sekä sovitaan tulevan kunnossapi- don yksityiskohdista.

## 1.8 Tievalaistuksen käyttö ja kunnossapito

### 1.80 Yleistä

Tievalaistuksen laatu, tehokkuus ja suorituskyvyn pysyvyys riippuvat valaisimien, valonlähteiden, tien päällysteen ja lisälaitteiden oikeasta valinnasta sekä osien toisiinsa sopimisesta. Ajan kuluessa valaistus kuitenkin huononee mm. seuraavista syistä:

- lamppujen valovirran aleneminen,
- valaisimien likaantuminen,
- komponenttien vanheneminen,
- liialliset lämpötilan vaihtelut valaisimien sisällä,
- laitteiden rikkoutumiset ja
- jännitteen vaihtelut.

Näiden lisäksi muut laitteet tarvitsevat kunnossapitoa ja huoltoa esim. pylväiden oikaisu, pintakäsittelyn uusiminen, vioittuneiden kaapeleiden korjaus jne.

### 1.81 Kunnossapitovastuu

Katujen ja kaavateiden valaisemisvastuu kuuluu kokonaan kunnalle. Yleisten teiden osalta taloudellinen ja teknillinen vastuu tievalaistuksen käytöstä ja kunnossapidosta määritellään tiesuunnitelmassa (tlk) tai valaistussopimuksessa.

TVH:n ja kuntien keskusjärjestöjen välisen kustannusjakoperiaatteen mukaisesti TVL maksaa yleisellä tiellä, omistamiensa laitteiden osalta puolet tievalaistuksen energiankulutuksesta.

Pitkistä jaksoista tehdään kuntien ja kaupunkien sekä TVL:n välillä valaistussopimus. Jos kunnan alueella on useita erillisiä valaistuskohhteita, ne voidaan kaikki sisällyttää samaan sopimukseen. Tällainen sopimus sisältää seuraavat asiat:

- sopimuksen tarkoitus ja sopijapuolet,
- valaistusrakenteiden omistussuhteet,
- suunnittelu ja rakentaminen,
- kunnossapito ja käyttö,
- muutokset sekä
- erimielisyyksien ratkaiseminen.

Valaistuksen käyttöön kuuluu valaistusrakenteiden tarvitseman sähkön toimittaminen, valaistuksen sytytys ja sammutus sekä valaistuksen toiminnan valvonta.

Valaistuksen kunnossapitoon kuuluu lamppujen vaihto, valaisimien puhdistus, kallistuneiden pylväiden oikaisu, pylväiden pintakäsittelyn uusiminen sekä vaurioituneiden pylväiden, valaisimien ja johtojen korjaus.

Tievalaistuksen kunnossapitoon ei kuulu valaistuksen rakenteen parantaminen kuten loppuun kuluneiden pylväiden, valaisimien, sähkönjakolaitteiden tai muiden laitteiden uusiminen.

TVL seuraa omalta osaltaan tievalaistuksen tasoa, laitteiden toimintaa ja rakenteiden kuntoa.

### 1.82 Tievalaistuksen sytytys- ja sammutusajankohdat

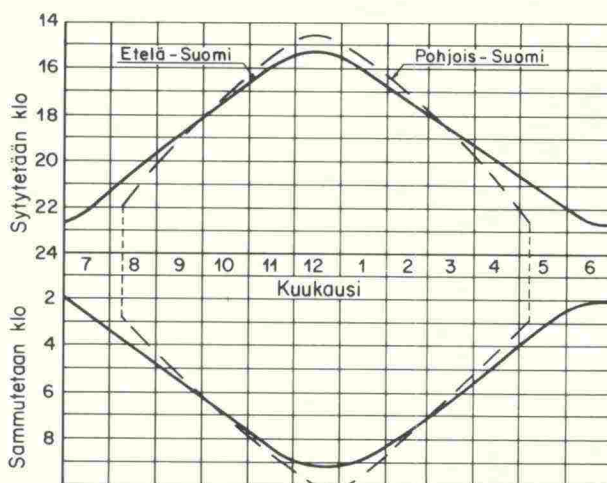
Taajamissa ja niiden läheisyydessä olevat yhteiset, valaistut tieosat ohjataan keskitetysti jonkin alueella olevan sähkölaitoksen toimesta. Erilliset tieosat, yleensä liittymäalueet, ohjataan omalla valokennolla.

Sytytys- ja sammutusajankohdat määritellään yleensä valokennolla (hämäräkytkimellä), joka mittaa valaistusta.

Valokenno toimii impulssien antajana sille annettujen toimintarajojen mukaan. Yleisimmin valot sytytetään ja sammutetaan silloin, kun auringon valon aikaansaama valaistusvoimakkuus on 5... 20 lx. Periaatteessa valaistustasossa ei saisi tapahtua silmin havaittavaa hyppäystä siirryttäessä päivänvalosta sähkövaloon tai päinvastoin. Talvella tievalaistuksen tulisi syttyä ennen auringonlaskua ja sammua auringonlaskun jälkeen. Kesällä ne voivat syttyä auringonlaskun jälkeen ja sammua ennen auringonnousua.

Valokennoa ei saa asettaa liian suurelle valaistustasolle, koska tilapäiset pimennykset, esim. ukkospilvi, voi aiheuttaa valojen syttymisen. Valokennossa tulee olla hidastuspiiri.

Kuva 1 osoittaa valaistuksen ohjeellisen polttoajan.



Kuva 1. Ohjeelliset arvot tievalaistuksen sytytys- ja sammutusajoiksi.

Käyrä- tai taulukkomenetelmää ja astronomisella levyllä varustettua kytkinkelloa voidaan käyttää hälytysten antajina päivystäjälle, joka harkitsee ohjauksen ulkoisten valaistusolosuhteiden perusteella.



### 1.83 Seurannan ja kunnossapidon kohteet

#### 1.831 LUMINANSSI

Luminanssi vähenee valaistuksen vanhetessa, ellei suoriteta lamppujen vaihtoa, valaisimien puhdistusta ja korjausta. Huolimatta järjestelmällisestä kunnossapidosta valaistuksen arvot alenevat 20...40 % 2...3 v. aikana. Kun tieltä mitattu keskimääräinen luminanssi laskee alle ( $\leq 20\%$ ) vaatimusten, on valaisimet puhdistettava tai kaikki lamput vaihdettava. Jotta tämä ei tapahtuisi kovin usein, käytetään suunnittelussa alenemakeroitinta, jonka tavallisin arvo 0,75. Kuvassa 2 on kaksi esimerkkiä kunnossapidon merkityksestä. Esimerkit ovat rajatapauksia, käytännössä kunnossapitotoimenpiteet ovat a- ja b-kohtien yhdistelmiä.

#### 1.832 AJORADAN PÄÄLLYSTE

Päällysteen heijastusominaisuudet ja valaisimen suorituskky määrittelevät tienpinnan luminanssin määrän. Mitä mustempi päällyste ja pienempi valovirta sitä huonompi lopputulos ja päinvas-toin.

Erilaatuisten päällysteiden ominaisuudet ovat keskenään erilaisia ja muuttuvat päällysteen kuluessa, yleensä ne vaalenevat ja peilimäisyys vähenee. Suurin osa muutoksista tapahtuu päällystämistä seuraavan talven aikana.

Edellä olevan perusteella tulisi uudelleen päällystämisen ja lamppujen ryhmävaihdon tapahtua samaan aikaan. Edelleen tulisi urien paikkauksessa käyttää alkuperäistä vaaleampaa ja karkeampaa päällystettä. Yleensä tulee valaistun tien päällyste valita siten, että se täyttää mahdollisimman pieninumeroisen päällysteluokan vaatimukset.

Ajoratamerkintöjen tulee täyttää kohdassa 1.333 määritellyt vaatimukset.

#### 1.833 VALOVIRRRAN ALENEMA

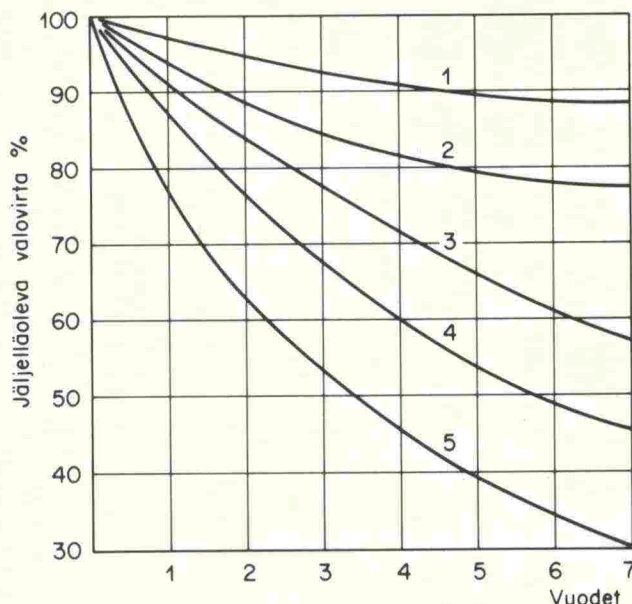
Lamppujen valovirta alenee polttoain funktiona noin 10...30 % 10000...15000 tunnin aikana. Lamput kehittyvät varsin nopeasti, joten uusia hankittaessa on vertailtava valmistajilta saatavia tietoja.

#### 1.834 VALAISIMIEN LIKAANTUMINEN JA VANHENEMINEN

Valaisimien likaantuminen riippuu rakenteesta, asennuskorkeudesta, ilman kosteudesta ja epäpuhtauksista. Tieympäristön puhtaus puolestaan riippuu liikenteen määrästä ja virran laadusta, ilmastosta, tuulisuudesta, tien sijainnista yleensä jne. Kuvassa 3 on esimerkkikäyrästä, joka osoittaa avoimen valaisimen likaantumisen 10...12 m korkeudella.

#### 1.835 LÄMPÖTILAN VAIHTELUT

Valaisimen ja lampun aiheuttamat lämpötilan vaihtelut eivät vaikuta valaistukseen, koska Suomessa käytettävät kalusteet on tältä osin erikoiden tarkastettu. Sensijaan liiallinen kylmyys voi vaikuttaa muoviosiin, aiheuttaa syttymisvaikeuksia ja valovirran alenemista.



Liikenneympäristö

- 1 = hyvin puhdas
- 2 = puhdas
- 3 = vähän likainen
- 4 = likainen
- 5 = hyvin likainen

Kuva 3.  
Valaisimen valovirran aleneminen.

Valaisimet on suunniteltu kalusteessa ilmoitetulle lampputyypille ja teholle, joista ei saa poiketa. Jos lampputehoa halutaan suurentaa ja vaihtaa liitäntälaitte, syntyy uusi valaisin, joka on tarkastettava ja hyväksyttävä uudelleen.

#### 1.836 VÄRÄHTELY

Tuulenpuuskat ja isojen ajoneuvojen ilmavirrat aiheuttavat pylväisiin heilahteluja ja värähtelyjä. SFS-standardien ja TVH:n tyyppiirustusten mukaan valmistetuissa pylväissä niistä ei ole haittaa. Muita pylväitä hankittaessa asia on tarkistettava, koska värähtely voi johtaa resonanssiin, joka irrottaa tai rikkoo lampun, heijastimet ja valaisimen.

#### 1.837 LIITÄNTÄLAITTEIDEN VANHENEMINEN

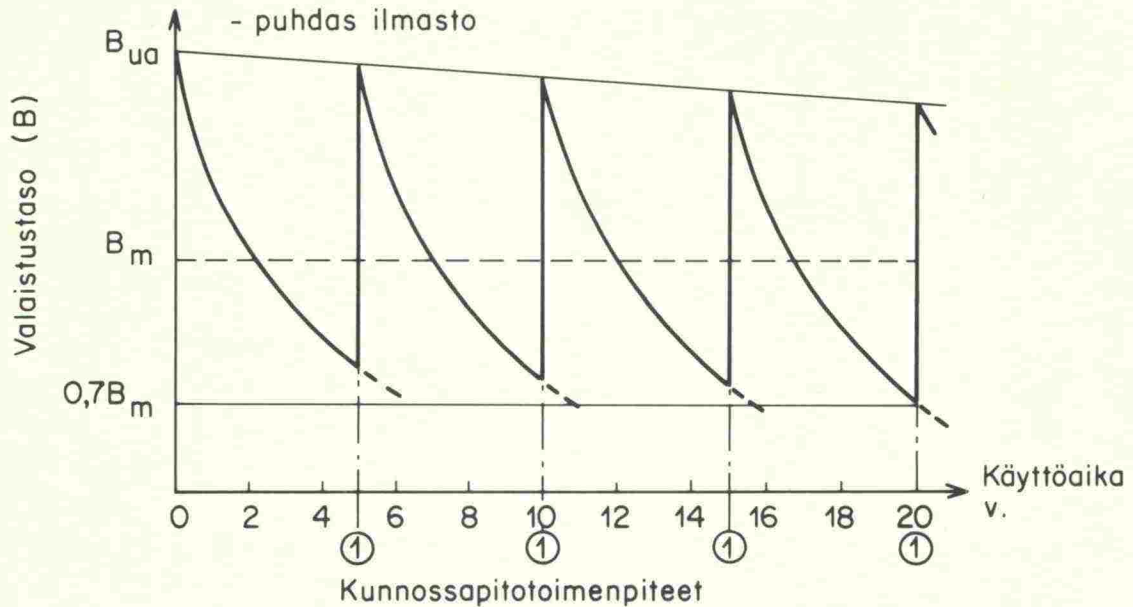
Liitäntälaitteet vanhenevat käytössä. Niiden lämpöluokkaan on kiinnitettävä huomiota (esim. t w 130°C) ja käyttöä on oltava yli 10 vuotta.

# Käyttö ja kunnossapito

**Valaistustason riippuvuus ajasta ja kunnossapitotoimenpiteistä, esimerkki**

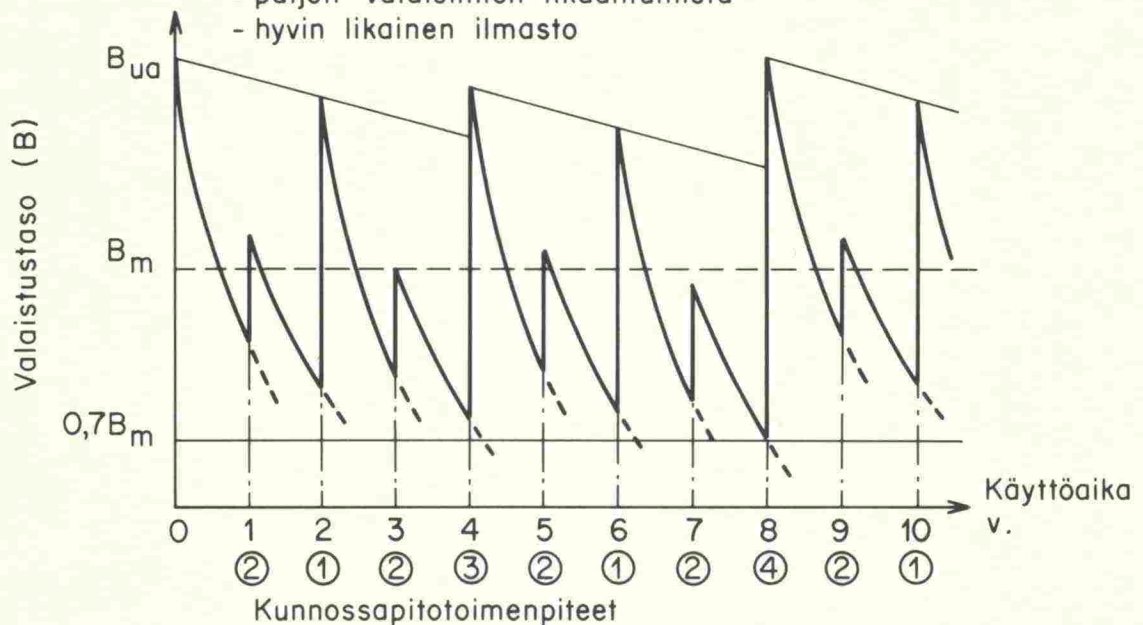
## a) Suotuisat olosuhteet

- suljetut valaisimet
- pitkä polttoikä; pieni kuolleisuus ja valovirran alenema
- vähän valaisimien likaantumista
- puhdas ilmasto



## b) Huonot olosuhteet

- avoimet valaisimet
- lyhyt polttoikä, suuri kuolleisuus ja valovirran alenema
- paljon valaisimien likaantumista
- hyvin likainen ilmasto



- 1 Lamppujen vaihto ja valaisimien puhdistus
- 2 Valaisimien puhdistus
- 3 Lamppujen vaihto ja valaisimien perusteellinen puhdistus
- 4 Lamppujen ja valaisimien vaihto

Kuva 2



Suurpainenatriumlamppujen sytyttimet tulisi vaihtaa joka toisen lampunvaihdon yhteydessä.

Kuristimien kuntoa tulee valvoa virtamittauksin niissä valaisimissa, joissa lamppu on palanut.

### 1.838 JÄNNITTEEN VAIHTELUT

Jokainen lamppu tai laite, toimiakseen moitteetomasti edellyttää jännitteen pysymistä valmistajan ilmoittamissa rajoissa. Ellei näin ole, valovirta alenee tai laite ei toimi. Tämän vuoksi suunnitelmassa esitettyyn ryhmään ei saa tarkistamatta lisätä uusia valaistuja liikennemerkkejä, tilapäistä tai pysyvää tievalaistusta.

## 1.84 Kunnossapitotoimenpiteet

Jotta tievalaistus toimisi jatkuvasti suunnitellulla tavalla ja teholla, suoritetaan säännöllisin väliajoin tarkastuksia ja kunnossapitotoimenpiteitä.

Koska toiminta edellyttää ammattimiehiä ja erikoiskalustoa, on kannattavaa ja välttämätöntä ryhmitellä tarkastukset, korjaukset, puhdistukset ja vaihdot järjestelmälliseksi ohjelmaksi, jonka ulkopuolella ei pitäisi tarvita ylimääräisiä käyntejä. Toimenpiteiden aikaväli suurenee, jos hankitut kalusteet ja tarvikkeet valitaan ja tarkastetaan huolellisesti:

- mekaaninen kestävyys,
- asennuksen pysyvyys,
- korroosionkestävyys,
- suljettujen valaisimien tiiviys sekä
- eristeiden ja pintakäsittelyn laatu.

Toimenpiteiden tiheys riippuu myös

- tien toiminnallisesta luokasta ja valaistustyy-  
pistä,
- tien sijainnista (mm. ilkeältä) ja
- liikenneympäristön puhtaudesta.

Kunnossapidon tyypillisiä osia ovat:

- lamppujen vaihto,
- ohjausjärjestelmän huolto,
- valaisimien ja lamppujen puhdistus,
- mekaanisten rakenteiden ja kaapeliverkon kunnossapito,
- kallistuneiden pylväiden oikaisu,
- kiertyneiden valaisinvarsien suuntaus,
- pintakäsittelyn uusiminen,
- joillakin vanhoilla teillä valaisimien edessä olevien puiden karsiminen ja
- johtoaukon karsinta.

Kunnossapitotoimenpiteet jaetaan seuraavasti:

- Yksittäishuolto perustuu tarkastuksiin, joita tehdään keskusta-alueilla ja pääväylillä yleensä kerran 2...4 viikossa. Kesällä yksittäishuolto tehdään kuitenkin vain erikoistapauksissa, kuten valo-ohjauslaitteet. Yksittäishuollossa vaihdetaan rikkoontuneet lamput, tehdään tarkistusmittauksia ja pieniä valaisinkorjauksia. Tarkastukseen kuuluu myös valaistut liikennemerkkit ja valo-ohjauslaitteet. Tienpitä-

jä hoitaa kuitenkin valaistun liikennemerkkin pylvään ja taulun.

- Ryhmähuoltoon kuuluu määrääjain alueittain tai teittäin suoritettavat lamppujen ja heijastimien ryhmävaihdot, valaisimien ja lamppujen puhdistukset, kallistuneiden pylväiden suuntaus, pintakäsittelyn uusiminen jne.

### 1.841 LAMPPUJEN VAIHTO JA VALAISIMIEN PUHDISTUS

Uudisrakenteissa ja ryhmävaihdoissa käytetään aina uusia lamppuja. Sadan ensimmäisen polttotunnin aikana heikoimmat yksilöt sammuvat, ja ne vaihdetaan yksittäishuollossa uusiin. Uusia lamppuja käytetään yksittäishuollossa vuoden ajan ryhmävaihdon jälkeen, tästä eteenpäin edellisestä ryhmävaihdosta talteenotettuja parhaimpia lamppuja.

Ryhmävaihdon ajankohtaa seurataan silmämääräisesti ja säännöllisillä mittauksilla. Vaihto tapahtuu yleensä joka kolmas vuosi.

Ryhmävaihdon yhteydessä suoritetaan myös:

- lampun kohdistaminen,
- valaisimen, heijastimen ja kuvun puhdistus (tarvittaessa myös vaihto) ja
- valaisimen rakenteellinen tarkastus.

Likaavissa olosuhteissa ja raskaasti liikennöidyillä teillä on valaisimet puhdistettava myös ryhmävaihtojen välillä.

Lamppujen vaihto sekä valaisimien ja lamppujen puhdistus on pyrittävä suorittamaan siten, että ryhmävaihtovälillä energia-, vaihto- ja puhdistuskustannukset valaisimista ulos tulevaa valomäärää kohti ovat mahdollisimman pienet.

Valaisimien puhdistus voidaan suorittaa huoltoautosta tai huoltamossa. Jälkimmäisessä tapauksessa on tielle vaihdettava puhdistettu kaluste kokonaan tai vain heijastinosa tai suojakupu.

Eloksoidut heijastin- ja muut alumiinipinnat voidaan puhdistaa synteettisellä pesuaineella tai laimealla saippualliuoksella. Voimakkaasti alkaalista pesuainetta ei saa käyttää. Pinttyneet pinnat voidaan käsitellä eloksoidun alumiinin puhdistustahnalla, joka sisältää pintaa vahingoittamatonta hankausainetta. Välittömästi pesun jälkeen pinnat huuhdellaan puhtaalla vedellä ja kuivataan pehmeällä kankaalla tai säämiskällä.

Pitimistään irrotetut lamput pestään haalealla saippuavesiliuoksella, huuhdellaan ja kuivataan hyvin.

Muovikupuja ja -levyjä ei saa puhdistaa kuivalla rievulla hangaten, koska muovin staattisen sähkömäärä ja pölyn kerääntyminen lisääntyvät. Pesu tehdään lämpimällä saippua- tai pesuaine-liuoksella, johon on lisätty muovien puhdistamiseen kehitettyä, vesiliukoista ja pölynkerääntymistä vähentävää ainetta. Orgaanisia pesuainei-



ta (esim. täpättiä) ei saa käyttää muoviosien pesuun. Muoviosat kuivataan pehmeällä rievulla kevyesti painellen ja hankaamista välttämällä.

Polttomaalatut pinnat voidaan puhdistaa saippuavesiliuoksella tai synteettisellä pesuaineella. Pinttyneiden pintojen liotuspesuun sopivat spriiliuos, lakkabensiini, täpätti, tinneri, ikkuna- ja autonpesuaineet.

Lakatut pinnat eivät kestä yhtä voimakasta käsittelyä kuin polttomaalatut osat. Lasipinnat voidaan puhdistaa samalla tavalla kuin polttomaalatut osat.

#### 1.842 MUIDEN RAKENTEIDEN JA SÄHKÖN-JAKOLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO

Yleensä kerran vuodessa:

- tarkistetaan pylväiden jalustat,
- suunnataan kallistuneet pylväät ja kiertyneet varret sekä
- tarkistetaan ruuvien kireys.

Muut laitteet ja virransyöttöjärjestelmä tarkastetaan silmämääräisesti lampujen ja valaisimien huollon yhteydessä.

#### 1.843 PINTAKÄSITTELYN HOITO

Metalliset valaisinpylväät suojataan korroosiota vastaan standardin SFS 4642 mukaan.

Uusien teräspylväiden pintakäsittelyjä ovat kuumasinkitys ja maalaus. Pystytyspaikalla tapahtuva korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteenä käytetään metalliruiskutusta ja maalausta.

Alumiinipylväiden pintakäsittely ei ole tarpeellista muuten kuin pylvään tyven osalta silloin, kun se joutuu kosketuksiin perustusmaan kanssa. Alumiinipylvään erikoispintakäsittely esim. anodisointi tai maalaus on mahdollista.

#### 1.844 MASTOVALAISTUKSEN KUNNOSSAPITO

Käytettäessä 20...40 m:n korkuisia mastoja, kunnossapito vaikeutuu suuren korkeuden takia. Tämän vuoksi kalusteet ja rakenteet suunnitellaan sekä valmistetaan materiaaleista, jotka vaativat mahdollisimman vähän huoltoa. Muuten tarkkailu ja kunnossapitotoimenpiteet ovat samat kuin edellä. Soveltuvien osien noudatetaan myös mastoalan yhteistyötoimikunnan laatimaa julkaisua "Masto-ohje 1980". Saman ohjeen työsuojelua koskevaa osaa on noudatettava työturvallisuuden osalta.

Mastorakenteita on kolme päätyyppiä:

- Valonheittimet ovat pylvään huipussa kiinteässä tasossa. Kunnossapitoa varten on pylväiden sisällä tai ulkopuolella tikkaat. Valonheittinasenteella on oltava putoamisen estävä kaide ja automaattisesti kiinnittyvät turvavyökoukut. Kunnossapitoon voidaan käyttää myös

pylvään ulkopuolella olevaa hissimmäistä nosturikoria.

- Valonheittimet ovat alaslaskettavalla tasanteella. Rakente on turvallinen ja sen rakentamiskustannukset ovat pienet. Järjestelmä on varmistettava vahingossa tapahtuvaa putoamista vastaan. Pylväät on sijoitettava siten, ettei alaslaskettu tasanne tule ajoradalle. Liikuttelujärjestelmä on tarkastettava kokonaisuudessaan kerran 2...3 vuodessa. Sähköiset kytkennät on tarkistettava kerran vuodessa ja tasannetta on liikuteltava alas-ylös säännöllisesti, jotta vintturilaitteisto ei juuttuisi käyttämättömänä.
- Kaadettava masto on edellisen kaltainen ratkaisu.

#### 1.85 Tunnelivalaistuksen kunnossapito

Tunnelin valaistus ohjataan päivänvalon tahdisa. Kunnossapitotoimenpiteet ovat periaatteessa samat kuin tiellä. Ympäristöolosuhteet aiheuttavat kuitenkin muutamia erikoispiirteitä:

- Päälysteen urien syntyminen on nopeampaa kuin teillä. Päälysteen lisäksi tunnelin seinäpinnat vaikuttavat valoisuuteen.
- Valaisimet ovat erittäin tiiviitä, joten heijastimet ja lamput eivät juuri tarvitse puhdistusta. Valaisin likaantuu päältä yleensä kuvan 3 käyrän 4 mukaan; kuvut tulisi puhdistaa kerran kolmessa kuukaudessa.
- Yksittäishuolto tapahtuu joka toinen viikko. Lampujen ryhmävaihto suoritetaan, kun jäljellä oleva valovirta on 70 % uusarvosta.
- Pakokaasujen syövytyksen takia tunnelissa käytetään alumiiniseoksia tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kalusteita.
- Jotta työnaikaiset liikennejärjestelyt olisivat lyhyitä, käytetään nostolava-autoa, johon mahtuu vähintään kolme miestä. Tällöin voidaan seinät, katto, valaisimet jne. hoitaa samanaikaisesti. Lujasti tarttuneen lian irrottamiseen käytetään painehöyryä tms.

#### 1.86 Kunnossapitokalusto

Riippumatta merkistä ja tyylistä kaikkien kunnossapitoajoneuvojen pitää olla:

- lujia ja luotettavia,
- ehdottoman turvallisia sekä
- kaiteellisia ja sähköisesti eristetyllä työskentelytasolla varustettuja.

Lisäksi on toivottavaa, että huolto voisi tapahtua keskeytyksettä ja sulkematta ajorataa.

Kunnossapidossa tarvitaan nosturi pylväiden käsittelyä varten ja laitteet valaisimien huoltoa varten. Jälkimmäiseen voidaan käyttää nostolava-autoa, tikasautoa tai nostokoria.

Edullisin ratkaisu on huoltoauto, jossa nosturin ja huoltolavan tai -korin lisäksi on laitteet yleisimpien mekaanisten ja sähköisten vikojen korjaamista varten. Tällaisia ovat mm:



- pienet korjaukset,
- lamppujen testaus,
- sähköiset mittaukset,
- maadoituksen tarkistus,
- maakaapeliin paikallistamislaite ja
- kaapelivikojen etsintälaite.

### 1.87 Liikenteen järjestely

Liikenneturvallisuudesta on huolehdittava kunnossapitotoimenpiteiden aikana julkaisun TVH 742000 "Tietöiden liikenteen järjestely" mukaisesti.

Liikenteen järjestelyt on suunniteltava ja toteutettava huolellisesti. Liikenteen ohjauksen on oltava tehokas, selkeä ja johdonmukainen. Järjestelyjä tulee muuttaa joustavasti työn edistymisen mukaan siten, että ne vastaavat aina vallitsevaa työmaatilannetta. Vastaavasti työnjärjestelyssä pitää pyrkiä siihen, että kaikille liikennelajeille aiheutetaan mahdollisimman vähän haittaa.

Jos liikennejärjestelyjä ei hoideta asianmukaisesti, vaan laiminlyöntien johdosta vaarannetaan yleistä liikennettä tai sille tuotetaan tarpeetonta haittaa, tienpitäjä (tiemestari) voi keskeyttää kunnossapitotyöt. Niitä saa jatkaa vasta, kun liikenteen järjestelyt on korjattu.

